



UNIVERSIDAD DE JAÉN

FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

DEPARTAMENTO PSICOLOGÍA

TESIS DOCTORAL

CAMBIOS ASOCIADOS A LA EDAD EN LA CREATIVIDAD:

EL PAPEL MEDIADOR DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS

JOSÉ LUIS PELÁEZ ALFONSO

Programa de Doctorado en Psicología

DIRECTORES: D. Santiago Pelegrina López y D^a. María Teresa Lechuga García.

AÑO 2021

Agradecimientos

“La dificultad no reside tanto en desarrollar nuevas ideas como en escapar de las antiguas”. (John Maynard Keynes. 1883-1946. Economista. Realizó importantes contribuciones a la estadística y las matemáticas aplicadas a situaciones de la vida real).

Me gustaría dar las gracias a todas las personas que, de una manera u otra, han hecho posible la realización de este trabajo.

En primer lugar, quiero agradecer la colaboración, implicación y el exquisito trato recibido de los centros educativos, su profesorado, y alumnado participante en este estudio. Entre otros, los C.E.I.P. Antonio Machado, Ntr^a Sr^a de la Encarnación, Juan Pasquau y Ángel López Salazar, los I.E.S. Almicarán, Stm^a Trinidad y Andrés de Vandelvira, y la Facultad de Psicología de la Universidad de Jaén. Vosotros y vosotras sois los verdaderos protagonistas de esta investigación.

Quiero agradecer de manera muy especial, a vosotros, D. Santiago Pelegrina y D^a, Teresa Lechuga, estimados tutores y directores de Tesis, además de vuestras múltiples recomendaciones y sabios consejos, vuestra generosidad, paciencia, dedicación, y apoyo recibido durante estos años de investigación. Gracias por haber hecho posible la realización de este trabajo y gracias por darme la oportunidad de conocer y participar en algunas de las interesantes investigaciones que habéis desarrollado a lo largo de estos años de relación. Mi más sincero agradecimiento por

vuestra confianza en mí. Ha sido un placer haberos conocido en lo profesional y en lo personal.

Quiero agradecer también el cariño, la colaboración y el apoyo que he recibido durante estos años, por parte de mis compañeros y compañeras de trabajo: Centro de Formación del Profesorado Linares/Andújar, IES Almicerán (Peal de Becerro) y Centro de Formación del Profesorado de Úbeda. Trabajar entre estos/as pedazos profesionales ha sido un estímulo muy importante para perdurar en la dedicación y esfuerzo que ha supuesto la realización de esta Tesis. Gracias a todos y todas.

Por último, me gustaría agradecer muy especialmente, la paciencia, comprensión y ayuda recibida en todo momento, de mi mujer, Dolores, así como el cariño y apoyo incondicional de mis hijos, Silvio y Lola. Muchas gracias, sois lo mejor!. Agradecer muy especialmente también, la confianza, el interés y el ánimo, sin límites, de mis padres, Silvio y Ana María, que por desgracia ya no está con nosotros, pero que seguro que lo estarán viendo y disfrutando allá donde estén. Agradecer también los múltiples ratos de charla sobre este proyecto con mis hermanos (Luciano, Silvio, Frank y Luis), algunos de los cuales, por desgracia, tampoco están con nosotros, pero igual, estoy seguro, que este momento lo hubieran disfrutado, tanto, o más, que yo. Gracias a todos, especialmente a ti, Luciano, por tu cariño, por tu interés, por el ánimo y por el apoyo que me has dado durante todos estos años. Un abrazo.

Muchas gracias, a todos y todas, de corazón, por hacer que esta investigación haya sido posible.

ÍNDICE

RESUMEN.....	7
PREFACIO.....	11
SECCIÓN TEÓRICA	15
CAPÍTULO 1. CREATIVIDAD.....	17
1.1. APROXIMACIONES TEÓRICAS A LA CREATIVIDAD	17
1.2. DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD.....	31
CAPÍTULO 2. FUNCIONES EJECUTIVAS.....	41
2.1. APROXIMACIONES TEÓRICAS A LAS FUNCIONES EJECUTIVAS	44
2.2. DESARROLLO DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS	58
CAPÍTULO 3. PROCESOS COGNITIVOS RELACIONADOS CON LA CREATIVIDAD	65
3.1. CREATIVIDAD Y FUNCIONES EJECUTIVAS	65
3.2. CREATIVIDAD Y PROCESOS ASOCIATIVOS	70
SECCIÓN EMPÍRICA.....	79
CAPÍTULO 4. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	81
CAPÍTULO 5. ESTUDIO 1: ADAPTACIÓN AL ESPAÑOL Y VALIDACIÓN DE LA PRUEBA RAT EN DISTINTOS GRUPOS DE EDAD.	87
5.1. INTRODUCTION	88
5.2. METHOD	94
5.3. RESULTS.....	99
5.4. DISCUSSION.....	103

CAPÍTULO 6. ESTUDIO 2: EL PAPEL MEDIADOR DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS EN LAS DIFERENCIAS ASOCIADAS A LA EDAD EN CREATIVIDAD	109
6.1. INTRODUCCIÓN	109
6.2. MÉTODO	116
6.3. RESULTADOS.....	129
6.4. DISCUSIÓN	144
CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN GENERAL.....	161
LIMITACIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE ESTUDIO.....	168
REFERENCIAS	171
APÉNDICES	211

RESUMEN

El estudio del funcionamiento ejecutivo y su implicación en la eficacia con la que se realizan diferentes tipos de tareas creativas es un campo de investigación de gran interés, básico y aplicado. Desde un punto de básico, por su relevancia para el conocimiento sobre cómo funciona la mente humana, y desde un punto de vista aplicado, por su implicación en multitud de tareas cognitivas complejas, entre ellas las relacionadas con el contexto educativo.

La Tesis que aquí se presenta analiza la relación de las funciones ejecutivas y la creatividad durante distintas etapas del desarrollo. Para ello, se han desarrollado dos estudios complementarios que incluyen variables relacionadas con el pensamiento divergente, -fluidez, flexibilidad y originalidad-, junto con variables relacionadas con el pensamiento convergente, como el *insight* o los procesos de asociación creativa. Este trabajo abarca de forma conjunta distintas etapas educativas: por una parte, la niñez y la adolescencia, los años de educación obligatoria (educación primaria y secundaria), y por otra la juventud/edad adulta correspondiente con la etapa educativa post-obligatoria de educación universitaria.

El objetivo del Estudio 1 fue elaborar un instrumento que permitiera evaluar la creatividad considerada desde una aproximación convergente. Para ello, se desarrolló y validó en una muestra española, compuesta por 309 estudiantes, de educación primaria, secundaria y universidad. una prueba basada en el test de asociados remotos de Mednick (1962). Se construyó una base de datos normativa en español que incluía 102 problemas

basados en asociados remotos, lo que permitía evaluar la creatividad de naturaleza convergente en distintas etapas educativas. Los resultados mostraron que estos problemas tenían una buena consistencia interna, así como una buena validez convergente y discriminante. Además, indicaban diferencias relacionadas con la edad en la capacidad para resolver los diferentes tipos de problemas de la prueba.

El objetivo del Estudio 2 fue doble. Por una parte, se analizaron los cambios asociados a la edad en distintos tipos de creatividad. Por otro lado, se trató de determinar en qué medida los cambios en los distintos tipos de creatividad estaban mediados por cambios en el funcionamiento ejecutivo y otros procesos cognitivos asociados a la fluidez verbal. Para ello se comparó el patrón evolutivo de la creatividad (divergente y convergente), en diferentes momentos del desarrollo (niñez, adolescencia y edad adulta) y se analizó si estos cambios evolutivos se relacionaban con los que se producen en las funciones ejecutivas de actualización, inhibición y cambio.

Los resultados obtenidos, apoyan la idea de que la niñez, adolescencia y juventud, son fases del desarrollo en los que los individuos mejoran ciertas capacidades cognitivas, entre ellas las asociadas a las funciones ejecutivas, y que estas mejoras, a su vez, están relacionadas con las diferencias individuales en otras destrezas complejas como la creatividad. Por otro lado, los resultados indicaron la existencia de trayectorias de desarrollo con matices distintivos para la creatividad de naturaleza divergente y convergente. Mostraron además que las funciones ejecutivas, aunque mantienen relaciones entre ellas, se desarrollan a diferentes ritmos y mantienen relaciones distintas con la creatividad. Los resultados mostraron que las funciones ejecutivas de actualización e inhibición mediaban los cambios relacionados con la edad en la creatividad, principalmente la de naturaleza convergente. Estos resultados indicaban que, en general, conforme se progresa en el sistema educativo (y por lo tanto aumenta la

edad) se produce un mejor funcionamiento ejecutivo junto con mejoras significativas en la fluidez verbal, una medida de control cognitivo y recuperación semántica. Todas estas mejoras estarían relacionadas y contribuirían conjuntamente a explicar el pensamiento creativo tanto de naturaleza convergente como divergente.

PREFACIO

En la sociedad actual existe un comprensible interés por la creatividad. Las sociedades más avanzadas la consideran como un motor de desarrollo social, tecnológico y económico; una herramienta para el crecimiento personal y el éxito en la vida adulta, personal y profesional. Se asume, que contribuye a que las empresas prosperen en los actuales entornos socioeconómicos y culturales, cada vez más exigentes y cambiantes; que es por tanto una herramienta útil para obtener puestos de trabajos, cada vez más cualificados e innovadores, un importante recurso para mejorar los procesos educativos, para resolver problemas de la vida cotidiana y profesional, especialmente en aquellos de naturaleza poco clara, u opaca; una competencia que nos permite en suma inventar, crear obras de arte, superar retos, y un sinfín de cosas más...

“La creatividad es una compleja habilidad que permite la generación de ideas originales e innovadoras frente a la resolución de diversas situaciones en el día a día del ser humano, siendo, así, una capacidad imprescindible en el proceso de adaptación del individuo en una sociedad que cambia de manera acelerada” (Cassotti, Camarda, Poirel, Houdé y Agogué, 2016).

¿Pero qué entendemos por creatividad? ¿conocemos sus mecanismos de funcionamiento? ¿podemos delimitar sus elementos y la contribución de los mismos en la realización de productos creativos? ¿están implicadas las Funciones Ejecutivas?, y si lo están, ¿cuáles y en qué grado? ¿existen tendencias evolutivas comunes durante el desarrollo o experimentan cambios?

Normalmente se acepta la idea de que unas de las características esenciales para calificar un producto como creativo, son la novedad y la singularidad. Igualmente se piensa que la creatividad lleva implícito la consideración de la utilidad, la relevancia y su trascendencia en el ámbito donde se genera el producto creativo. Sin embargo, no debemos olvidar que las consideraciones de novedad, utilidad y trascendencia son subjetivas y dependen del contexto cultural y el periodo histórico en las que se dan. Por otro lado, hay que tener presente que la estimación de creatividad trasciende la mera utilidad de la misma, dado que podemos entender ciertos actos, ideas o productos, como creativos sin que sean útiles en un sentido estricto, como podría ser el caso del arte.

Hay un extenso cuerpo de investigación sobre el constructo de la creatividad, con planteamientos teóricos y abordajes metodológicos muy diversos, gran parte de los cuales centrados en el propio proceso creador. Una parte sustancial de dichos estudios se han realizado bajo la idea de que todas las manifestaciones creativas se pueden explicar de forma unitaria, por procesos y mecanismos sencillos, independientemente del campo y la modalidad en la que estas se manifiesten. Dado que cuando se crea, se genera un producto singular, novedoso, personal, único, es habitual que se le interprete como una realidad unidimensional.

Aun estando muy asentada la idea de mecanismos comunes en la creatividad, hay autores, como Kaufman, Plucker y Baer (2008), que proponen que podría haber tantos potenciales creativos como tipos de tareas creativas; de este modo cabría la posibilidad de que una persona muestre un alto logro creativo en un determinado dominio, por ejemplo, la pintura, un nivel medio en otro distinto, la poesía, y a la vez mostrarse nulo para escribir, por ejemplo, relatos de ficción. Por otra parte, es posible que dicho potencial nunca llegue a convertirse en logro creativo, si no se tiene la

oportunidad de desarrollarlo, si no se da en el momento adecuado, o simplemente, si el individuo no decide dedicar su tiempo y energía a dicha actividad (Amabile, 1996).

Aunque se reconozca la importancia del pensamiento creativo en una gran variedad de contextos (educativos, profesionales, artísticos, etc...), y la numerosa investigación realizada sobre el mismo, la creatividad sigue siendo un constructo que aún hoy en día presenta importantes interrogantes (Beaty, Silvia, Nusbaum, Jauk y Benedek, 2014; Beaty y Schacter, 2016; Dietrich y Kanso, 2010; Ferrando, Prieto, Ferrandiz y Sanchez, 2005; Hass, 2017).

La literatura muestra a menudo disparidad de concepciones sobre el constructo de la creatividad, y como consecuencia de esto, en ocasiones genera datos contradictorios y/o inconsistentes (Beaty y Schacter, 2016; Plucker, Beghetto y Dow, 2004; Zabelina y Robinson, 2010), lo cual nos lleva a plantearnos importantes cuestiones, aún no del todo resueltas como, por ejemplo, la delimitación amplia del constructo, las variables que pueden ser relevantes para una comprensión más exhaustiva de la creatividad, su desarrollo durante las distintas etapas de la vida de las personas, o los métodos más idóneos para su estudio.

Así pues, una cuestión importante a tener en cuenta en el estudio de la creatividad es el desarrollo de la misma a lo largo de distintos periodos evolutivos, encontrando a menudo que muchos de los estudios se han centrado en momentos puntuales del desarrollo, en la niñez, o en la adolescencia o en la edad adulta, siendo difícil por tanto encontrar trabajos que abarquen todas las etapas evolutivas de forma conjunta.

La investigación que se presenta en esta Tesis Doctoral, incluye el estudio de variables relacionadas con el pensamiento divergente, -fluidez, flexibilidad y originalidad-, junto con variables relacionadas con el pensamiento convergente, como el

insight o los procesos de asociación creativa. Además, nuestros análisis abarcan de forma conjunta distintos momentos del desarrollo y/o etapas educativas: por una parte, la niñez y la adolescencia, esto es los años de educación obligatoria (educación primaria y secundaria), y por otra la juventud/edad adulta correspondiente con la etapa educativa post-obligatoria de estudio de grado (universidad).

Así mismo, en esta Tesis se analiza, junto con otros procesos cognitivos, la posible mediación de las principales funciones ejecutivas en la evolución de la creatividad. Como sabemos las funciones ejecutivas experimentan cambios notables a lo largo del desarrollo, cambios que están relacionados con las diferencias individuales en la ejecución de diversas tareas cognitivas complejas, entre ellas las de razonamiento creativo.

SECCIÓN TEÓRICA

CAPÍTULO 1. CREATIVIDAD

1.1. APROXIMACIONES TEÓRICAS A LA CREATIVIDAD

Al abordar el tema de la creatividad es relativamente frecuente encontrarnos con conceptos afines, con distintos grados de similitud semántica, o sinónimos utilizados para referirse a ella, pero que pueden estar reflejando distintas realidades, o al menos diferentes matices del constructo “creatividad”. Conceptos como, por ejemplo, “creación”, “imaginación”, “fantasía”, “fluidez asociativa”, “descubrimiento”, “originalidad”, etc.

También es frecuente encontrarnos con aproximaciones diversas al constructo y, por tanto, con importantes diferencias sobre sus elementos componentes y métodos de estudio. De modo general, podemos decir que la literatura ha focalizado su atención en diversos parámetros relacionados con el constructo de la creatividad. En ocasiones se ha centrado en las condiciones externas que favorecen o dificultan los procesos creativos. En otras ocasiones, se ha puesto el interés en los mecanismos internos (psicofisiológicos, cognitivos, de personalidad, etc...) que posibilitan la aparición del producto creativo, adentrándose por tanto en inferencias sobre la mente de las personas creativas versus las no creativas. Y, por último, en otras ocasiones, se han utilizado mezclas de ambos tipos de abordajes.

Los acercamientos al tema de la creatividad se han desarrollado desde fuentes y procedencias muy diversas. Hay, por ejemplo, autores como Goñi (2000) que menciona

la existencia de aproximaciones tales como la “teleología del acto creativo”, o la teoría denominada “vida y creación”, que se centra en la dimensión artística de la misma; o la teoría de la “psicología analítica y arte poético”, en la que se plantea una concepción de la creatividad guiada por la irracionalidad; también teorías que postulan procesos mentales preconcientes. Otros autores, como Corbalán y colaboradores (2003), hablan de modelos planteados desde enfoques biológicos o hereditarios-ambientales, otros que la consideran como productos de la personalidad, etc.

No obstante, dentro de este elenco de interpretaciones, podemos considerar que las aproximaciones más tradicionales desde las que se ha abordado su estudio han sido las siguientes: Abordajes psicoanalíticos en los que se le da una especial relevancia a los procesos inconscientes. Planteamientos gestálticos, en los que, bajo la óptica de la solución de problemas, se centra el punto de atención en la redefinición de los mismos para su comprensión plena, así como en las fases del proceso creativo (Rendón, 2002). Igualmente podemos encontrar acercamientos desde posturas humanistas, en las que las variables sociales e interpersonales se interpretan como elementos cruciales para el desarrollo creativo. O bien desde enfoques más experimentales, como desde el campo de la psicología cognitiva, aproximaciones asociacionistas, o las desarrolladas desde la neurociencia.

A continuación, analizando con algo más de profundidad esta gran variedad de aproximaciones al constructo de la “creatividad”, nos vamos a detener en los tratamientos realizados desde las teorías más tradicionales, tales como el Psicoanálisis o la Gestalt, así como en otras quizá algo menos conocidas, como las humanistas. Adelanto que, aunque se mencionen las mismos/as en esta introducción para contextualizar mejor el campo de estudio, no serán del todo relevantes para la investigación que presenta este trabajo.

Continuaremos, entrando ya en contenidos relevantes para la realización de esta Tesis, con una revisión de distintos temas relacionados con el pensamiento creativo, tratadas desde la psicología cognitiva. Trataremos algunas cuestiones que han motivado la realización del presente trabajo de investigación, deteniéndonos especialmente en aquellas que se centran en las variables y situaciones, relevantes y que, en la actualidad, a mi juicio suponen cierta controversia; entre ellas, los procesos automáticos versus controlados de la creatividad, y las dimensiones divergentes versus convergentes de la misma.

Se hará también una breve revisión desde planteamientos neuropsicológicos. Se incluirán porque, aunque al igual que los primeros no se contemplan en el presente trabajo de investigación, representan un campo actualmente relevante, junto con la psicología cognitiva, en el estudio de la creatividad.

Por último, concluiremos esta sección con un apartado, muy relevante en el presente trabajo de investigación, en el que se analiza el desarrollo de la creatividad.

1.1.1. Aproximaciones tradicionales a la creatividad

a) Teorías Psicoanalíticas

Aunque Sigmund Freud nunca llegó a desarrollar una teoría sistemática sobre el proceso creativo, se pueden encontrar alusiones al mismo en varias de sus obras. Según este autor, las personas necesitan vivir de manera libre y creativa, y a la vez de un modo significativo y trascendente. Defendió que la incapacidad para dar respuesta a estas exigencias de nuestro “super-yo” (una de las tres instancias de la psique humana, que se encargaría de la gestión de los más altos ideales de la persona), podría ser causa de la aparición de enfermedades como la neurosis, o enfermedades psicosomáticas, ya que

este exceso de acumulación de libido narcisista mal gestionada, resultaría patógena para el “yo” (otra de las instancias de la psique humana).

Otros autores, como Kris (1952) o Kubie (1958), han proporcionado teorías psicoanalíticas muy elaboradas sobre la creatividad. Ernst Kris (1952) defendía que para que se diera el pensamiento creativo habría que permitir deliberadamente que las fantasías y los deseos se introduzcan en el pensamiento. Distinguía dos fases en los procesos de creatividad, una de inspiración y otra de elaboración, siendo de mayor relevancia la primera ya que en la misma, el ego (otra de las instancias de la psique humana, encargada de la gestión de las pulsiones, de los deseos) asumiría temporalmente el control sobre los procesos de pensamiento (génesis de la creatividad).

Otro psicoanalista relevante, Lawrence Kubie (1958), opinaba que el pensamiento creador se producía durante las fases de preconsciencia, dado que durante la misma el pensamiento generaría un fenómeno de condensación de imágenes, ideas, significados, relevantes para la producción creativa. Kubie se interesó especialmente en el efecto que la inhibición de la conducta neurótica producía en la creatividad, cuestionando postulados de la época que defendían que la neurosis era un componente crucial para que se produjese la misma.

Este autor tiene un interés especial, a mi juicio, porque conecta de alguna manera el psicoanálisis con las funciones ejecutivas, o por lo menos con alguna de ellas, la inhibición.

b) Teorías Gestálticas

Curiosamente, en la interpretación gestalista de la “creatividad”, no se suele emplear dicho término, y sin embargo, junto con el pensamiento divergente es uno de los pilares tradicionales en los que se ha desarrollado la psicología de la creatividad (Nęcka, Żak y Gruszka, 2016). Es frecuente que para referirse a la misma utilicen otros

términos, tales como “solución de problemas” o “pensamiento productivo”. El pensamiento productivo sería pues el mecanismo responsable de la reorganización de los problemas, a partir de las características estructurales de los mismos. Estos cambios reducirían a su vez la situación de conflicto que estos producen, y guiarían al individuo hacia cambios más adaptativos en su percepción de los mismos.

Para la Gestalt, existe una fuerte vinculación entre los procesos perceptivos y los de pensamiento creativo; así pues, los procesos serían más creativos y los productos más novedosos a medida que dicha vinculación implique mayores niveles de variedad. La génesis de la creatividad estaría de este modo en la generación de respuestas para resolver problemas de marcada dificultad, lo cual implicaría la redefinición de los mismos y cambios en los focos de atención, que ayuden a su resolución. También se defiende que la creatividad podría ser explicada a su vez por la satisfacción intrínseca que nos produce a las personas, crear. Así pues, un entorno propicio para el desarrollo de la creatividad sería el juego, un medio en donde podemos acceder a realidades diferentes, alternativas al mundo real, en las que podemos establecer nuestras propias reglas, ignorar o superar nuestros límites, y vivenciar abiertamente, con libertad, nuestras propias emociones.

c) Teorías Humanistas

Autores como Carl Rogers, Abraham Maslow, Albert Ellis, etc, propusieron interpretaciones de la creatividad basadas en planteamientos humanistas. Rogers, (1959), interpretó el proceso creador como “*la emergencia en acción de un nuevo producto relacional que surge de la singularidad del individuo, por un lado, y de los materiales, sucesos, personas y circunstancias de su vida, por el otro*”. Maslow (1991), por su parte defendió que existía una habilidad de naturaleza instintiva que dirige a la persona hacia situaciones de autorrealización. La personalidad creativa se

caracterizaría pues por la coexistencia de una serie de valores que describen a las personas autorrealizadas: integridad, bondad, justicia, búsqueda de trascendencia, perfeccionismo, auto-suficiencia, etc. Ellis (1991) por su parte asocia la autorrealización con habilidades como la flexibilidad, autoconciencia, creatividad y originalidad.

1.1.2. Aproximaciones desde la psicología cognitiva a la creatividad

a) Procesamiento controlado versus automático de la creatividad

La psicología cognitiva pretende entender e identificar las representaciones mentales y los procesos que controlan y dirigen el pensamiento creativo. Desde este paradigma, habitualmente se han descrito a las personas creativas frente a las poco creativas de dos maneras diferentes, y a veces antagónicas. Por una parte, bien como sujetos con un alto grado de automatismo cognitivo, con una baja capacidad atencional y con tendencia a las asociaciones erráticas entre conceptos, etc.; o bien, todo lo contrario, como personas poseedoras de un buen control cognitivo y dotadas de altas capacidades atencionales, postura esta, que parece recibir un mayor apoyo experimental.

Como ejemplo de la primera interpretación mencionada, podemos citar a autores como Gardner (1990), que defiende que el pensamiento creativo es espontáneo y automático, dándole gran relevancia a un supuesto bajo control atencional. Kasof (1997) también opina que los niveles bajos de control cognitivo facilitan la actuación creativa.

Desde otros planteamientos, se defiende que la asociación de ideas conforma la base del pensamiento creativo, y que el mismo depende del número y la rareza de dichas asociaciones. Se supone que un pobre control cognitivo facilitaría las asociaciones erráticas y por lo tanto una mayor distancia asociativa. Podemos encontrar investigadores como Irving Maltzman (1960) que han trabajado bajo la óptica de las teorías asociativas de la creatividad, o Wallach y Kogan (1965), que han llegado a

confeccionar una serie de test simulando juegos, en los que se contabilizaba tanto el número de respuestas como la originalidad de las mismas.

Dentro de esta línea, un autor muy interesante, y de gran relevancia en nuestro estudio, es Sarnoff Mednick (1962). Es autor de la conocida prueba RAT (Test de Asociaciones Remotas), basada en su teoría de la creatividad. Mednick defendió que para que aparezca la misma se requiere, por una parte, el conocimiento de los elementos asociativos del área en la que ésta opera, y por otra la generación de un gran número de asociaciones entre estos elementos.

Además, opinaba que los niveles de creatividad dependen de su jerarquía asociativa, así pues, cuando se nos presenta una palabra como “ratón” y se nos pide que demos una respuesta verbal asociada como solución a dicho estímulo, las personas menos creativas tienden a dar un limitado número de respuestas, estereotipadas, cercanas a nivel léxico, de categorías semánticas próximas, como por ejemplo “roedor”, “queso” o “animal”. Las personas más creativas además de dar también estas respuestas cercanas, serían capaces de dar mayor número de respuestas, y más remotas, tales como “ordenador”. Así pues, la creatividad podría ser una función directa de la relativa lejanía de los elementos que forman parte de ella, siendo por tanto las personas más creativas las que tendrían mayor facilidad para el acceso a las asociaciones más remotas, y potencialmente relevantes para la solución.

Hay autores como Schank (1986) o Weisberg (1986), que opinan que la creatividad está sustentada por estructuras y procesos cognitivos de naturaleza compleja, tales como la capacidad de almacenamiento en la memoria y de recuperación de información. Otros autores, como Groborz y Necka (2003) defienden que los niveles altos de creatividad requieren la implicación de niveles igualmente altos de capacidad atencional.

Una propuesta teórica interesante es la teoría de la atención controlada (Beaty y Silvia, 2012, 2013; Beaty, et al., 2014; Benedek y Jauk, 2018; Nusbaum y Silvia, 2011). Esta teoría propone que cuando los individuos producen ideas o soluciones novedosas a los problemas, recurren a los procesos ejecutivos (específicamente de atención controlada) para trazar un mapa mental sistemático y un sistema de búsqueda organizado de objetivos que conducen a una meta final.

Actualmente, las evidencias disponibles parecen apoyar un papel interactivo entre los procesos de atención controlada y los procesos asociativos para contribuir a la generación de ideas creativas exitosas. Desde la teoría del doble proceso (Benedek y Jauk, 2018; Dygert y Jarosz, 2020; Gilhooly y otros, 2007; Lee y Therriault, 2013) se propone que los individuos recurren a procesos tanto asociativos como de atención controlada para resolver activamente tareas de pensamiento creativo. Los hallazgos de Lee y Therriault (2013) ya mostraban evidencias de este doble procesamiento en el pensamiento creativo, tanto ejecutivo como asociativo. Utilizando tareas de fluidez verbal y tareas de memoria de trabajo obtuvieron resultados que demostraban como ambos tipos de medidas predecían tanto el pensamiento divergente como el convergente, aunque en diferente medida. Recientemente Dygert y Jarosz (2020) también han demostrado que tanto las tareas de fluidez como las medidas de memoria de trabajo explican la varianza en tareas de pensamiento divergente y resolución creativa de problemas, pero en diferente medida, en diferentes etapas, y tal vez para diferentes propósitos.

Así pues, uno de los propósitos de esta Tesis será evaluar la implicación tanto de estos procesos ejecutivos controlados como de los procesos asociativos a la hora de explicar el funcionamiento creativo en tareas de pensamiento divergente y tareas de pensamiento convergente.

b) El procesamiento divergente y convergente de la creatividad

Las concepciones de la creatividad han mantenido a veces una visión restringida de la misma, equiparándola en ocasiones de forma casi exclusiva con el pensamiento divergente (Torrance, 1974). Este tipo de pensamiento no implicaría la emisión de una respuesta correcta sino la generación un gran número de ideas diferentes, siendo relevantes variables como la “fluidez” (cantidad de respuestas), la “flexibilidad” (categorías diferentes expresadas), y/o la “originalidad” (rareza de las respuestas).

Esta concepción ha venido coexistiendo con aproximaciones que han contemplado análisis más amplios y detallados y que han considerado, junto a las variables mencionadas anteriormente, otros procesos de naturaleza convergente. Así pues, se han ido abriendo distintas líneas de investigación más elaboradas en el intento de entender y evaluar el constructo de la creatividad. Guilford (1966) fue uno de los primeros autores que intentó dar respuesta a esta problemática estableciendo en su estructura de intelecto la distinción entre pensamiento, divergente y convergente; esto es, la dicotomía entre procesos cognitivos que buscan conclusiones concretas (pensamiento convergente) y procesos que generan múltiples posibilidades (pensamiento divergente), si bien le daba un papel clave a estas últimas. Wallach y Kogan (1965) sugirieron que el pensamiento convergente dependería de procesos de control de la atención para llegar a una solución única, y presentaron una argumentación distinta para el pensamiento divergente, sugiriendo que este se basaría en procesos asociativos.

La resolución creativa de problemas supone la generación de respuestas novedosas, e implicaría un complejo proceso en el cual se desarrollarían ideas y soluciones innovadoras en situaciones complejas, tanto usuales como inusuales (Runco, 2007). El logro creativo, lejos de ser de naturaleza simple, producto de una sola

habilidad (el pensamiento divergente), parece más bien ser el resultado, único y original, de la combinación de recursos múltiples, contextuales y personales, entre los cuales estarían ciertas habilidades cognitivas de orden superior, tanto de naturaleza divergente (fluidez, flexibilidad y originalidad), como convergente (*insight*, asociación de ideas, etc.).

Dado que la cognición humana utiliza los circuitos de control cognitivo del cerebro, la cognición creativa, característica del ser humano, implica mecanismos de procesamiento más sofisticados que las simples y rígidas asociaciones estímulo-respuesta (Miller y Cohen, 2001). Además, aún cuando se puedan dar y ocurrir procesos automáticos, paralelos, asociativos, capaces de generar de manera fluida y flexible una gran cantidad de ideas, las personas deberán en última instancia decidir sobre ellas, seleccionar las más relevantes y desechar las no pertinentes, para poder llegar a la realización de un producto original. Lo cual implicaría de nuevo cierto control cognitivo.

Por último, para finalizar esta sección, es preciso mencionar que otros investigadores, como Lubart y Guignard (2004) o Dietrich (2007), informaron de evidencias que hacían pensar que la creatividad puede involucrar de forma parcial y simultánea habilidades de dominio general, habilidades de dominio específico, así como habilidades específicas a ciertas tareas. Por otro lado, como se comentó con anterioridad, hay autores como Zeng, Proctor, y Salvendy (2011), que llegan a definirla de una manera amplia, como un “*proceso cognitivo, individual y colectivo, orientado a una meta y que origina un producto (idea, solución, servicio, etc.) que se juzga como novedoso y apropiado en el contexto en el que se da*”, incorporando de este modo nuevas variables intervinientes como su posible especificidad y dependencia del contexto.

1.1.3. Aproximaciones desde la neurociencia cognitiva a la creatividad

Una aproximación de creciente interés en el tema de la creatividad se ha realizado desde la neurociencia. Desde esta perspectiva, se asume que el proceso creativo conlleva la integración de diversas funciones mentales (Chávez et al., 2007) que la neurociencia puede ayudar a desentrañar. Algunos autores piensan, no obstante, que, en comparación con otros aspectos de la cognición tales como la inteligencia, la atención, o la memoria, la investigación de la creatividad bajo esta perspectiva ha sido menos prolífica, quizá por la dificultad de encontrar una manera de estudiar las bases neurales del proceso creativo bajo condiciones rigurosas de control experimental, lo cual ha podido generar datos inconsistentes y en ocasiones contradictorios (Piffer, 2012).

Así pues, hay autores que consideran que dichas líneas de investigación tradicionalmente han arrojado resultados poco concluyentes en la delimitación precisa de las bases neurales del pensamiento creativo (Jung, Mead, Carrasco, y Flores, 2013; Sawyer, 2011). Algunos de estos investigadores, defienden que a veces resulta difícil interpretar o integrar los resultados de estudios distintos de neuroimagen sobre la cognición creativa dada la heterogeneidad de pruebas usadas, por lo que es difícil llegar a conclusiones válidas, a partir de la información aportada sobre la actividad en diferentes zonas neurales supuestamente implicadas (Arden, Chávez, Grazioplene, y Jung, 2010). Otros autores opinan que resulta complejo discernir si los resultados obtenidos se deben a los tipos de medidas usadas, a las diferencias en los protocolos experimentales utilizados, a los pobres niveles de fiabilidad entre distintas modalidades de neuroimagen, a la dificultad que supone no usar la misma nomenclatura para describir regiones de interés, o a un compendio de todo ello (Chávez et al., 2007).

No obstante, a pesar de los problemas mencionados hay que decir que la

neurociencia cognitiva está generando importantes contribuciones en distintas áreas del conocimiento, entre ellas la psicología cognitiva, dado que plantea el estudio integrado del substrato neural y las representaciones mentales involucradas en diferentes procesos cognitivos, emocionales y motivacionales. Geake y Cooper (2003) propusieron que los hallazgos obtenidos en el ámbito de la neurociencia podrían tener una utilidad directa, tanto para el desarrollo cognitivo como para contextos aplicados relacionados con el aprendizaje y la educación reglada. Benarós y colaboradores (2010) defendieron que el abordaje multidimensional de la neurociencia cognitiva podría contribuir a la mejora de la investigación educativa.

En el campo de la creatividad, podemos encontrar investigadores que opinan que el considerar al pensamiento divergente como baluarte fundamental del pensamiento creativo es problemático, dado que su naturaleza compuesta lo hace poco adecuado para el uso de las herramientas de neuroimagen y otras técnicas de la neuropsicología (Dietrich y Kanso, 2010; Ward, Smith, y Finke, 1999). Dietrich y Kanso (2010) argumentaban que los estudios del pensamiento divergente basados en la electroencefalografía ofrecían resultados muy dispersos, y mostraban sus dudas sobre si los estudios de neuroimagen indican cambios fiables en una mayor activación prefrontal. Estos resultados les llevaban incluso a cuestionarse la utilidad del constructo del pensamiento divergente en la búsqueda de las bases neurales de la creatividad.

Sin embargo, otros autores, pareciendo superar estos supuestos problemas, han encontrado indicios claros de la relación de creatividad y la activación de diferentes estructuras cerebrales. Fink y colaboradores (2009), en un estudio con resonancia magnética funcional en el que se analizó una batería de tareas de pensamiento divergente que implicaban distintos grados de exigencias de creatividad, encontraron que las tareas de mayor exigencia estaban relacionadas con una superior activación de la

circunvolución frontal izquierda, del giro angular izquierdo y una disminución de la activación en la corteza parietal inferior derecha; así mismo informaron de que la generación de ideas se relacionaba con una mayor activación de la corteza cingulada anterior y el giro precentral, independientemente del grado de exigencia de la tarea divergente. Gonen-Yaacovi y colaboradores (2013), en un meta-análisis con estudios de resonancia magnética en una gran variedad de tareas de creatividad, encontraron igualmente que la circunvolución frontal izquierda fue una de las regiones de mayor activación. Benedek y colaboradores (2014), en otro estudio con resonancia magnética en tareas de pensamiento divergente que requerían producir metáforas y sinónimos, encontraron resultados similares en la activación de la circunvolución frontal izquierda.

Otros estudios, afinando un poco más, han informado de correlaciones de distintas las variables de la creatividad divergente con la activación de diferentes estructuras cerebrales. Así, por ejemplo, Chavez-Eakle, Graff-Guerrero, García-Reyna, Vaugier, y Cruz-Fuentes (2007), encontraron en sujetos normales sanos, correlaciones neurales separadas con la fluidez, flexibilidad y originalidad del pensamiento divergente. La originalidad se asociaba con la corteza prefrontal rostral, y la fluidez y flexibilidad con una región posterior de la corteza prefrontal.

No obstante, una excesiva consideración de la dimensión divergente de la creatividad, obviando otros procesos de naturaleza convergente, podría dificultar la identificación de los procesos fundamentales, cognitivos y neurales, del procesamiento creativo general (Brophy, 2001; Silvia, Beaty y Nusbaum, 2013). A este respecto, dentro de la neurociencia cognitiva, algunos autores, han diferenciado entre procesos de naturaleza convergente como el *insight* y procesos no convergentes, indicando que en cada tipo de creatividad se activan áreas específicas y se producen patrones de procesamiento neural y cognitivo diferentes (Bowden & Jung-Beeman, 2007).

Así pues, durante los últimos años, gracias a los avances en los sistemas de medidas neurofisiológicas y las técnicas de imagen funcional, se está empezando a mejorar el entendimiento de la neurobiología de procesos cognitivos complejos, tales como el pensamiento creativo (Drubach y colaboradores, 2007; Gonen-Yaacovi et al., 2013). Autores como Dietrich y Kanso (2010), opinan que en su conjunto este tipo de estudios, nos llevan a pensar que la creatividad no parece depender de procesos mentales aislados, ni de regiones específicas del cerebro. Cuestionan conceptos tradicionalmente aceptados como que la cognición creativa se ubica en el hemisferio cerebral derecho, aspecto este ya rebatido por Katz (1997), la menor conectividad y eficacia neural de los individuos creativos (refutada en numerosos estudios), o los bajos niveles de excitación neural (en realidad lo que parece producirse, como se verá más adelante, son importantes procesos de naturaleza ejecutiva, entre ellos los inhibitorios). Además, cuestionan la exclusividad del papel otorgado a las áreas prefrontales en la cognición creativa, reconociéndole también un papel importante a los lóbulos temporales, occipitales y parietales.

Por último, como reflexión final podemos considerar que se están desarrollando explicaciones cada vez mejor documentadas sobre el constructo de la creatividad, en las que regiones como el córtex prefrontal y el lóbulo parietal posterior, procesos de naturaleza perceptiva, de fluidez verbal y otros más centrales, como la atención selectiva, la memoria de trabajo o las funciones ejecutivas, podrían estar desempeñando un papel importante.

1.2. DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

Teniendo en cuenta la gran cantidad de interpretaciones sobre la creatividad, y de su probable naturaleza multicomponente, no es de extrañar la abundancia de hipótesis y disparidad de resultados sobre cómo las habilidades creativas se desenvuelven a lo largo de los distintos periodos del desarrollo humano. Hay que decir que el desarrollo de la creatividad (en la niñez, adolescencia, juventud, edad adulta, etc), analizado conjuntamente y desde una perspectiva multicomponente (divergente y convergente), ha sido poco estudiado, y que las investigaciones realizadas hasta el momento han arrojado resultados parcialmente contradictorios.

El tema de la creatividad participa también de la tradicional controversia sobre si el desarrollo humano ocurre de una manera continua o discontinua (Smith y Carlsson, 1985). Así pues, podemos encontrar estudios que defienden patrones de cambio lineal positivo conforme el individuo madura y gana experiencia en la vida (Crone y Dahl, 2012; Huizinga y van der Molen, 2007); y, sin embargo, hay otros que rechazan la citada linealidad e informan de fases con picos de mucha actividad y caídas (Lau y Cheung, 2010; Runco y Bahleda, 1986). Así pues, asumiendo que la creatividad es una faceta más del desarrollo humano, y que posiblemente sea resultado de distintos procesos componentes, tanto personales como interpersonales, la comprensión de la misma y su evolución, se convierte en un reto complejo. Las evidencias parecen apuntar hacia diferencias en las trayectorias de desarrollo entre los procesos de creatividad de naturaleza divergente y los de naturaleza convergente, incluso entre los distintos componentes de estos procesos, especialmente en los relativos al pensamiento divergente (Kleibeuker, De Dreu, y Crone, 2013).

a) Cambios lineales

Con respecto a la primera postura (evolución lineal ascendente), hay una extensa investigación que considera que la cognición creativa es una parte importante del desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior. Es habitual que se la relacione con la memoria de trabajo y el control ejecutivo, y, por tanto, al igual que estos procesos, mejora con la edad (Crone y Dahl, 2012; Huizinga y van der Molen, 2007). Por otro lado, sabemos que el entrenamiento en ciertas habilidades cognitivas de grado superior puede activar e impulsar la creatividad, quizá gracias a la plasticidad de los cerebros infantiles y juveniles (Karch y Schubert, 2013; Ward et al., 1999). Así pues, ejemplos como el potencial del desarrollo del cerebro durante la infancia y sus efectos en otras etapas del desarrollo (Jolles et al., 2012), el control ejecutivo en adolescentes (Zinke et al., 2012), o el razonamiento lógico en la adolescencia tardía (Dumontheil et al., 2010) podrían reforzar la idea de dicha relación y la tendencia lineal positiva en su desarrollo.

Hay estudios que indican que se producen mejoras en la creatividad relacionadas con la edad durante la niñez y la adolescencia (Besançon y Lubart, 2008; Maker, Jo, y Muammar, 2008; Mouchiroud y Lubart, 2002). Los mismos, defienden que los niños y niñas de mayor edad son personas más creativas porque la creatividad, al igual que otras habilidades cognitivas, mejora a medida que se aumenta la experiencia y el conocimiento. En esta línea, Runco y Bahleda (1986), en un estudio en el que se utilizó un extenso bloque de tareas de pensamiento divergente, realizado en la niñez y adolescencia, desde 5º de primaria a 2º de la E.S.O (niveles extrapolados a los estándares del actual sistema educativo español), encontraron cambios lineales positivos asociados a la edad.

Wei y Dzeng (2013), en un estudio con participantes de entre 6 y 8 años, informan que las puntuaciones de la creatividad de sus dibujos aumentaban con la edad. Los de mayor edad obtuvieron calificaciones más altas que los más pequeños, sin embargo, no ocurría lo mismo con otras manifestaciones de creatividad distintas a la gráfica, menos específicas, de carácter más general. Bijvoet-van den Berg y Hoicka (2014) también encontraron que el pensamiento divergente mejoraba con la edad. Charles y Runco (2001), investigando el pensamiento divergente y la habilidad para evaluar procesos relevantes en el desarrollo de pensamiento creativo en educación primaria (3º, 4º, y 5º curso), encontraron que la exactitud de los juicios de originalidad aumentaba significativamente con la edad. Estos autores argumentaron que la edad y el correspondiente aumento de la experiencia y el conocimiento asociado a la misma, podrían estar implicando mayores posibilidades de control y planificación de la propia actividad creativa.

Dentro de este contexto, la adolescencia adquiere un estatus especial porque se asume que se trata de una fase crucial para el desarrollo de muchas habilidades cognitivas (Casey, Jones y Hare, 2008; Steinberg, 2005); por lo tanto, es de esperar que durante la misma se produzcan también cambios importantes en las habilidades creativas. Así, por ejemplo, en un estudio realizado por Stevenson y colaboradores (2014), se documentó que durante esta etapa del desarrollo se mejoraba la producción de ideas creativas, reforzando de este modo la hipótesis de que la adolescencia es una etapa de gran versatilidad y relevancia para el aprendizaje y el comportamiento exploratorio, y, por tanto, también de la creatividad. En otro estudio realizado Kleibeuker, De Dreu y Crone (2016), registraron mejoras del potencial creativo en el ámbito viso-espacial durante la etapa de la adolescencia, lo cual pudiera estar relacionado con el desarrollo de funciones de control y comportamiento exploratorio.

Podemos encontrar también investigaciones con adolescentes y personas adultas, que han tratado de determinar si el crecimiento descrito desde la niñez a la adolescencia continúa hasta la edad adulta. Hay estudios en los que se informa de una tendencia lineal ascendente hasta la edad adulta. De este modo podemos encontrar trabajos en los que, analizando los distintos componentes de la producción divergente en ambas poblaciones, se informa de mejores resultados de los adultos jóvenes con respecto a los adolescentes. Así, por ejemplo, Kleibeuker, Koolschijn y colaboradores (2013), utilizando la prueba de usos alternativos, encontraron que las respuestas de las personas adultas jóvenes eran más originales que la de adolescentes con edades comprendidas entre los 12 y los 16 años. En otro estudio, realizado por Krumm y colaboradores (2015), en este caso con adolescentes y jóvenes de hasta 26 años, se obtuvo una relación lineal positiva entre la edad y la fluidez, flexibilidad y originalidad.

No obstante, hay también estudios en los que no se ha encontrado un aumento de la creatividad desde la adolescencia hasta la edad adulta. En una investigación realizada por Wu, Cheng, Ip y McBride-Chang (2005), en la que los participantes tenían que decir utilidades inusuales para un objeto común (test de usos alternativos de un objeto; Guilford, 1967), no se encontraron diferencias significativas en el pensamiento divergente verbal entre adolescentes y jóvenes (en edad universitaria). Por su parte, Palmiero y colaboradores (2014), evaluando a población adulta, tampoco detectaron diferencias asociadas a la edad en el dominio verbal general, aunque sí en la fluidez creativa verbal. Tampoco encontraron diferencias entre las personas adultas de mayor edad y las jóvenes en el pensamiento divergente, no obstante, las más jóvenes producían menos ideas de naturaleza visual. Por su parte, Meléndez, Alfonso-Benlliure, Mayordomo, y Sales (2016) observaron, en población adulta con edades superiores a los 50 años, que los sujetos con mejores habilidades cognitivas y experienciales, se

mostraban más flexibles y originales en la resolución de problemas verbales, si bien, en menor medida, en los problemas de naturaleza gráfica. Por tanto, de los anteriores estudios, parece desprenderse que el desarrollo podría prolongarse hasta la etapa adulta con tareas con contenido verbal, pero no tanto cuando se trata de contenido visual.

b) Cambios no lineales

No obstante, hay estudios que no encuentran un aumento progresivo de la creatividad durante el desarrollo, llegando a informar incluso de retrocesos o disminuciones parciales durante el mismo. Véase Tabla 1 (información adaptada a estándares del sistema educativo español).

Gardner (1990) argumentó que la creatividad empezaba a manifestarse desde una edad muy temprana, desde la educación preescolar (antes de los 6 años de edad) bajo la forma de una creatividad artística expresiva, y que la misma seguía un modelo en U (alta-baja-alta). Cuando el alumnado empezaba los estudios primarios en la escuela (a partir de los 6 años de edad) entraban en una fase de desarrollo en donde ellos aprendían a “conformarse”, a integrarse, con lo cual la creatividad artística de los mismos empezaba a decaer. Así mismo indicaba que la creatividad empezaba a aumentar en la pre-adolescencia y continuaba desarrollándose hasta la madurez.

Torrance (1967, 1968) fue uno de los primeros en documentar cambios durante el desarrollo. En sus investigaciones encontró que la creatividad empezaba a decaer alrededor de los 6 años de edad, descendiendo tanto la fluidez, como flexibilidad y la originalidad, a un nivel mínimo hacia los 9 o 10 años (edad en la que se cursa el 4º curso de los estudios primarios), y a partir de aquí se producía un aumento en la misma. Este fenómeno, conocido como la “crisis de 4º curso”, se ha llegado a observar en distintos países del mundo. Por ejemplo, en China (Hong, Peng y O’Neil, 2014), o Francia (Besançon y Lubart, 2008).

Tabla 1

Cambios en la creatividad durante el desarrollo informados en distintos estudios

Estudio	Etapas educativas	Resultados
Gardner (1990)	Educación infantil, primaria, secundaria y edad adulta	Modelo en U (alta-baja-alta). Empieza desde la Ed. preescolar. Caída en la Ed. primaria. Aumento gradual desde la pre-adolescencia hasta la madurez
Torrance (1967, 1968)	Educación primaria. (Crisis de 4º curso)	Disminución de creatividad divergente: a 6 años de edad, descendiendo a un nivel mínimo hacia los 9 o 10 años
Jaquish y Ripple (1980, 1981)	Educación primaria y secundaria	Adolescentes obtienen mejores resultados en fluidez y flexibilidad que niños, pero no en originalidad
Claxton, Pannells y Rhoads (2005)	Educación primaria y secundaria	Aumentos moderados globales, no significativos. Disminución significativa en la originalidad entre 9/10 y 12/13 años
Camp (1994)	Educación primaria y secundaria	Aumentos en creatividad divergente hasta 12/13 años. Disminución a partir de 14/15 años
Lau y Cheung (2010)	Educación primaria y secundaria	Mejoras en fluidez y flexibilidad de 9 a 11 años. Disminución en 13/14 años. Posterior aumento a partir de 14/15 años
Smith y Carlsson (1985, 1990)	Educación primaria y secundaria	Caída en la creatividad divergente sobre los 7 u 8 años. Repunte gradual sobre los 10 u 11 años y descenso a los 12 años. Después de los 12 años, nuevo repunte con picos alrededor de los 16 años.
Smolucha y Smolucha (1985)	Educación primaria, secundaria y edad adulta	Desarrollo en forma de “J” (baja-alta) en el pensamiento divergente, Una pequeña cresta a los 6 años y aumento gradual hasta los 20 años.
Davis (1992); Pariser y Van den Berg (1995)	Educación primaria, secundaria y edad adulta	Tendencia de desarrollo en forma de “U”, en este caso en la producción artística creativa
Cassotti et al. (2016)	Educación primaria, secundaria y edad adulta	La edad influye, pero las tendencias podrían depender de variables, tales como los tipos de tarea utilizadas: en su estudio los adultos no mejoraban en la capacidad para generar soluciones creativas, en contraste, los niños, sí.
Kleibeuker, De Dreu y Crone (2013)	Educación secundaria y edad adulta	Mejores resultados en <i>insight</i> y originalidad en adultos. Sin embargo, en otro estudio encontraron actuaciones globales similares, si bien los adolescentes (16/17 años) superaban a los adultos en la resolución creativa de problemas
Gardner & Gardner (2008)	Estudiantes universitarios y adultos en edad laboral	Curva en forma de U (De 18 a 39 años): declive y posteriores aumentos o repuntes en la producción artística

Jaquish y Ripple (1980), en un estudio con niños y adolescentes de entre 10 y 16 años, en la que los participantes debían responder a una serie de estímulos de naturaleza sonora, encontraron que los segundos obtenían mejores resultados en fluidez y flexibilidad, pero no se observaron cambios en la originalidad. Estos autores, en otro estudio realizado también con niños/as y adolescentes (Jaquish y Ripple, 1981) informaron de resultados similares. Los adolescentes obtenían mejores resultados que los niños en fluidez y flexibilidad, pero no la originalidad.

Claxton, Pannells y Rhoads (2005) encontraron mejoras en el pensamiento divergente, informando de aumentos moderados entre 4º de primaria y 3º de la E.S.O. Sin embargo, dichos aumentos no fueron significativos entre 4º curso y 6º curso o entre 6º curso y 3º de la E.S.O (según estándares del sistema educativo español). No documentaron ningún cambio significativo en los resultados del pensamiento divergente en fluidez o flexibilidad, pero sí encontraron una disminución significativa en la originalidad entre 4 y 6º curso (educación primaria), y un aumento en el grado de elaboración de sus producciones entre 6º y 3º de la E.S.O. Estos resultados fueron consistentes con los encontrados anteriormente por Smith y Carlsson (1990).

Camp (1994) realizó un estudio longitudinal con medidas de pensamiento divergente y motivación, en niños y niñas en edad escolar desde 1º de educación primaria a 2º de bachillerato (trasladado dicho intervalo a estándares educativos españoles). Los resultados mostraron mejoras en la medida de pensamiento divergente hasta sexto de primaria y una posterior disminución en las puntuaciones de pensamiento divergente entre 3º de la enseñanza secundaria obligatoria y 2 de Bachillerato.

Lau y Cheung (2010), utilizando el e-WKCT, una versión china, similar a las pruebas de creatividad utilizadas por Runco y Bahleda (1986), con alumnado de 4º de primaria a 3º de la E.S.O, encontraron también cambios no lineales en la fluidez y

flexibilidad. Observaron mejores actuaciones en las edades de 4º a 5º curso y disminuyó en 6º curso y 1º de la E.S.O. Y un aumento hasta de 3º de la E.S.O (datos extrapolados al sistema educativo español).

Smith y Carlsson (1985, 1990) informaron que el nivel de madurez de desarrollo ocurría alrededor de 5 a 6 años de edad, de una caída en la creatividad de naturaleza divergente después del inicio de la escolarización obligatoria, alrededor de los 7 u 8 años, produciéndose un repunte creativo gradual posterior, sobre los 10 u 11 años, y descendiendo el mismo a los 12 años, pero no de forma tan baja como la encontrada en las edades 7 y 8 años. Después de los 12 años, encontraban un repunte gradual constante en la creatividad que continuaba a través de la adolescencia temprana hasta alcanzar un segundo pico alrededor de los 16 años de edad.

Smolucha y Smolucha (1985) defendieron la existencia de un modelo de desarrollo en forma de “J” (baja-alta) en el pensamiento divergente, con una pequeña cresta a la edad de 6 años y un aumento en la misma que continuaba hasta los veinte años de edad.

Otras investigaciones, como la de Davis (1992), con 5 grupos experimentales (5, 8, 11, 14 años y adultos en edad adulta) y el posterior estudio de replicación realizado por Pariser y Van den Berg (1995), encontraron una tendencia de desarrollo en forma de “U”, en este caso en la producción artística creativa en niños/as, jóvenes y adultos, tanto en artistas como no artistas.

Cassotti y colaboradores (2016), en un estudio con niños/as y jóvenes adultos en edad escolar, examinaron la influencia de la exhibición de ejemplos en la generación de ideas. Los resultados revelaron que, curiosamente, la exposición al mismo ejemplo tenía dos efectos opuestos: los jóvenes adultos mostraban limitaciones en su capacidad para proponer soluciones creativas, en contraste, esta capacidad mejoraba en los niños.

Concluyeron que, aunque la edad influye, las tendencias podrían depender de variables, tales como los tipos de tarea utilizadas.

Kleibeuker, De Dreu y Crone (2013), con participantes de entre 12 y 30 años, encontraron diferencias significativas en creatividad. Se analizaron cuatro grupos de edad (12-13 años, 15-16 años, 18-19 años, y 25-30 años), a los que se administraron una batería de tareas que medían el *insight* creativo (visual; verbal) y el pensamiento divergente (verbal; visuo-espacial). En las tareas de *insight* se encontraron mejores resultados en el grupo de mayor edad respecto a los dos grupos más jóvenes. Se encontraron resultados similares en las medidas de originalidad de pensamiento divergente verbal. No se observó ninguna diferencia de grupo en la fluidez y flexibilidad del pensamiento divergente verbal. En el pensamiento divergente visuo-espacial, encontraron diferencias entre los grupos de 15-16 años y de los 12-13 años, obteniendo mejores resultados los primeros. En otro estudio (Kleibeuker, Koolschijn, Jolles, De Dreu y Crone, 2013), comparando medidas de originalidad durante el desarrollo entre la adolescencia tardía (16/17 años) y adultos (25-30 años), encontraron que, aunque las actuaciones globales eran comparables, los adolescentes mejoraban en la resolución creativa de problemas, mostrando además una mayor activación en la corteza prefrontal.

En otro estudio con estudiantes universitarios y adultos en edad laboral, Gardner y Gardner (2008) encontraron también un declive en la producción artística y posteriores aumentos o repuntes, denominando a este fenómeno como la “curva en forma de U” en el desarrollo artístico.

¿Cómo podríamos interpretar esta diversidad de resultados, algunos de los cuales puedan parecer aparentemente contradictorios? Quizá la clave podría ser fruto de la concurrencia de diversos factores. Por una parte, podría ser consecuencia de la

diversidad de variables y métodos de estudio empleados en la literatura analizada y, por otra parte, los diversos aspectos en los que se centran algunas de estas investigaciones. Así, por ejemplo, tal como se ha citado párrafos anteriores, en algunas de ellas se analizan tareas relacionadas con el pensamiento divergente verbal, en otras se evalúa la creatividad de naturaleza gráfica, o en otras el potencial creativo en el ámbito visoespacial. De igual modo, en otros estudios, se centra la atención en variables muy concretas del pensamiento divergente, como puede ser la originalidad de los productos realizados, pero también la habilidad para evaluar y la exactitud de sus juicios de originalidad. En otros en la fluidez de ideas creativas, etc.

Posiblemente también la diversidad y variabilidad en los diferentes rangos o intervalos de edad de los grupos de personas que se comparan en dichos estudios esté contribuyendo a la diversidad de resultados. También la propia complejidad del fenómeno de la creatividad, en la cual, factores sociales, educativos y motivacionales, tal y como se comentará en la discusión general de este trabajo, podrían estar condicionando y patrones concretos de desarrollo en algunos de los estudios mencionados.

Por último, cabe mencionar que, dado que la cognición creativa es una parte importante del desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior, éstas podrían estar condicionando perfiles concretos de desarrollo, tal como podría ser el caso de las funciones ejecutivas.

CAPÍTULO 2. FUNCIONES EJECUTIVAS

El término de funciones ejecutivas se ha venido usado como una categoría aglutinadora de distintos procesos cognitivos, encargados de la autorregulación de la propia conducta, y controlados prioritariamente por las áreas prefrontales del córtex cerebral. Aunque el concepto funciones ejecutivas se definió como tal, en las décadas de los 70 y 80 del siglo pasado, la idea de un mecanismo de control se remonta tiempo atrás.

En la literatura podemos encontrar multitud de estudios que, empleando terminologías diversas, se refieren a procesos cognitivos de control y regulación de la conducta. Alexander Romanovich Luria (1902-1977), uno de los fundadores de la neurociencia cognitiva, fue un autor pionero en este campo. Luria, analizó los mecanismos psicológicos que inciden en la conducta como consecuencia de lesiones cerebrales. Entre otros temas abordó el estudio de la implicación del córtex prefrontal en el desarrollo de distintas manifestaciones conductuales, tales como la resolución de problemas, el control motor o la programación y regulación del comportamiento (Ardila y Ostrosky-Solis, 2008; Bausela-Herrerías, 2008).

Un siglo antes de Luria, podemos encontrar trabajos como el de John Hughlings Jackson, que interpretaba el funcionamiento del sistema nervioso partiendo de la teoría general de la evolución propuesta por científicos como Charles Darwin o Herbert Spencer. Hughlings defendía que el funcionamiento neural se desarrollaba de forma

secuencial, jerárquica y progresiva, dependiendo las estructuras de rango inferior (simples, poco organizadas y automáticas) de las de rango superior (complejas, más organizadas y voluntarias), ubicadas estas últimas en la corteza asociativa frontal. Podemos encontrar planteamientos aún anteriores, tales como la del médico estadounidense J.M. Harlow, (finales del XIX) cuyos estudios de casos clínicos y sus interpretaciones relacionaban ciertos procesos cognitivos con la actividad del lóbulo frontal del cerebro humano (Damasio, Grabowsky, Frank, Galaburda y Damasio, 1994).

No obstante, es en la década de los años cincuenta del siglo pasado cuando desde la psicología se empieza a mostrar un gran interés en entender el funcionamiento ejecutivo, en estudiar el papel que la corteza prefrontal tiene en el mismo, y en diferenciar los mecanismos de procesamiento automáticos y controlados en la conducta humana (Broadbent, 1958).

El término “funciones ejecutivas” se empieza a emplear de forma sistemática a partir de las décadas de los 70 y 80. Dicho concepto, tal y como lo entendemos actualmente, empezó a ser utilizado por autores como Pribram (1973), uno de los primeros en usar el término "ejecutivo" en sus estudios del funcionamiento de la corteza prefrontal. Un par de años más tarde, Posner, Snyder y Davison (1980), utilizan el concepto de control cognitivo, en el que se defiende la existencia de un mecanismo ejecutivo, encargado de dirigir la atención hacia aspectos concretos de la estimulación ambiental. Muriel Lezak (1982), conceptualiza las funciones ejecutivas como una serie de capacidades mentales, necesarias para realizar una conducta adaptativa, creativa y aceptada socialmente. Lezak, hablaba de cuatro componentes diferenciados: el establecimiento de metas, la planificación de acciones para alcanzar dichas metas, el control para iniciar y mantener las acciones planificadas, y la capacidad para monitorizar y cambiar metas y acciones. Shallice (1988) sugirió que la atención está

regulada por un sistema de supervisión que puede monitorizar las respuestas automáticas y fijar la conducta en base de planes o intenciones. Reynolds y Horton (2008) defendieron la idea de que las funciones ejecutivas son un mecanismo distinto del conocimiento general, estas se encargarían de planificar acciones adaptativas y llevarlas a cabo, mientras que el conocimiento estaría relacionado con la retención pasiva de esquemas organizados de realidades objetivas. Goldstein y Naglieri (2014) sugirieron que el funcionamiento ejecutivo habría que entenderlo como un mecanismo unitario multicompetencial, con el que los individuos pueden resolver los problemas habituales. Este mecanismo utilizaría elementos como la atención, la memoria de trabajo, el control inhibitorio, la planificación, la auto-supervisión, o la regulación emocional.

Desde entonces hasta ahora podemos encontrarnos con una gran variedad de modelos explicativos sobre del funcionamiento ejecutivo. Esto es debido entre otras razones, tal como informaba Aron y colaboradores (2007), al tratamiento parcial del tema derivado de los distintos enfoques y métodos empleados para su estudio (análisis psicométricos, estudios clínicos de lesiones cerebrales, técnicas de neuroimagen, etc.). No obstante, a pesar de ello, en la actualidad se acepta la idea de que las funciones ejecutivas son un conjunto de mecanismos cognitivos, encargados del control, la planificación y el autocontrol de nuestra propia conducta; que gracias a ellas podemos establecer planes de acción, supervisarlos, mantenerlos o establecer los ajustes necesarios para poder guiar nuestra conducta hacia los objetivos propuestos. Igualmente está muy asentada la idea de que la corteza prefrontal, estructura a la que se le asigna un papel principal en la regulación de las mismas, no es la única implicada, ni una región neuroanatómica homogénea. Así pues, como se verá en lo expuesto en el siguiente apartado, subestructuras diferentes podrían influir de forma conjunta en un aspecto

concreto del funcionamiento ejecutivo, e igualmente, una misma subestructura podría asumir en determinadas circunstancias funciones diferenciadas.

2.1. APROXIMACIONES TEÓRICAS A LAS FUNCIONES EJECUTIVAS

Se expone a continuación un resumen de los modelos y teorías más relevantes que han ido apareciendo en las últimas décadas. Para organizar las distintas teorías y modelos se han diferenciado dos grandes bloques. El primero, recoge los principales modelos de corte neuropsicológico y de naturaleza atencional, jerárquica y/o integradores de variables emocionales. En el segundo, se incorporan y analizan con mayor grado de detalle algunos modelos cognitivos basados en análisis factoriales, los cuales han tenido una gran relevancia en la literatura. Estos últimos proporcionan la base teórica y metodológica en donde se enmarca la investigación que presenta este trabajo.

a) Principales modelos con una orientación neuropsicológica

Teoría de la complejidad cognitiva y el control. La teoría de Zelazo y colaboradores (2003) defiende que la aparición de estas capacidades cognitivas son el resultado de un desarrollo psicofisiológico, a través del cual llegamos a ser conscientes de la complejidad creciente de las reglas que somos capaces de aplicar para resolver situaciones problemáticas. Esto es, la adquisición gradual de un mayor control ejecutivo. De este modo, a lo largo de dicha maduración damos el salto, de simplemente pensar en hacer algo, a ser conscientes que estamos pensando en hacer algo, y a saber que existe además la posibilidad de que otras personas sepan que estamos pensando en ello; y teniendo en cuenta toda esa información, a ser capaz de actuar de forma adecuada a las circunstancias.

El desarrollo del funcionamiento ejecutivo supone la aparición de una serie de capacidades cognitivas que posibilitan que las personas seamos capaces de mantener información en la memoria, procesarla, y en función de la misma, autorregular la conducta para adaptar el comportamiento a las circunstancias del entorno.

A partir de los avances en la investigación sobre la maduración del córtex prefrontal y del desarrollo de las funciones ejecutivas en la infancia, Zelazo y colaboradores, diferenciaron los aspectos ejecutivos de naturaleza emocional de aquellos de naturaleza estrictamente cognitiva (Zelazo et al., 2003; Zelazo y Cunningham, 2007; Zelazo y Carlson, 2012). En situaciones normales ambos sistemas interactúan controlando la autorregulación del comportamiento por medio de la integración de las necesidades de los individuos y la información procedente del mundo exterior. Por tanto, un funcionamiento defectuoso de cualquiera de estos sistemas afectaría a la capacidad de control personal y tendría manifestaciones diferentes en función del sistema afectado.

Hipótesis del Marcador Somático. Este modelo (Damasio, 1994), parte de la base de que la toma de decisiones es un proceso guiado por sistemas neuroanatómicos y procesos, tanto cognitivos como emocionales, y estarían basadas en consecuencias futuras de la conducta, en vez de en las consecuencias inmediatas. Introduce el concepto de marcador somático, entendido como el cambio corporal que refleja un estado emocional, y que funciona como indicador de su carácter positivo o negativo, siendo para ello necesario el uso de mecanismos atencionales y mnésicos. Así pues, dicho procesamiento contribuiría a la toma de decisiones puesto que clasificaría posibles conexiones entre opciones y resultados, (Tirapu-Ustárrroz et al., 2008) y desarrollarían tres funciones principales: apoyo de procesos cognitivos, adecuación a requerimientos sociales y la optimización de toma de decisiones (Bechara, Damasio y Damasio, 2000).

Por tanto, los marcadores somáticos servirían para apoyar los procesos cognitivos, facilitarían un comportamiento social apropiado y contribuirían a la optimización de la toma de decisiones, inhibiendo la tendencia hacia la obtención de un refuerzo inmediato, y por último facilitarían la representación de escenarios futuros en la memoria de trabajo (Suzuki, Hirota, Takasawa y Shigemasu, 2003).

El modelo postula además que los marcadores somáticos se generan mediante dos tipos de eventos inductores: primarios y secundarios. Los primarios están asociados, de modo innato o a través del aprendizaje con sensaciones placenteras o aversivas, generándose de manera automáticamente una respuesta emocional cuando se producen ciertas situaciones en el entorno inmediato. Los inductores secundarios se generarían a partir del recuerdo, o la imaginación de un evento emocional (Bechara, Damasio y Damasio, 2003). Así pues, la estimulación que evoque recuerdos asociados a inductores primarios, funcionaría como un inductor secundario, generando la reactivación de estados somáticos asociados a los primarios. La corteza orbitofrontal sería la estructura cerebral encargada la generación de marcadores somáticos resultantes de inductores secundarios, por tanto, lesiones en esta área produciría disfunciones en la producción de marcadores somáticos apropiados, siendo responsables de las dificultades para generar emociones asociadas a sucesos relevantes (Bechara et al., 2000).

Hipótesis de la Puerta de Entrada. Este modelo propuesto por Burgess, y colaboradores (2007), parte de los siguientes supuestos:

1. La cognición puede ser producto tanto de *inputs* sensoriales como de otras formas de percepción autogeneradas en ausencia de estimulación externa, esto es, producto de representaciones activadas por estímulos externos reales o por estímulos imaginarios.

2. Se supone la existencia de un sistema cortical, denominado “*supervisory attentional gateway*” (SAG) que funciona de forma relativamente independiente de la estimulación ambiental y del procesamiento mental asociado con ésta, encargándose de la coordinación entre los pensamientos dependientes del estímulo y los independientes de este, especialmente en situaciones en las que esta competición pueda producir conductas desadaptativas.

Este sistema atencional evaluaría si la procedencia de la activación de las representaciones centrales es externa o interna, y diferenciaría entre aquellas situaciones bien definidas que requieren una mínima intervención del sistema. De este modo las situaciones familiares o bien definidas requerirán una reducida intervención del SAG, asegurando de este modo un uso óptimo de los recursos cognitivos.

Hipótesis de la Representación Jerárquica. Este modelo, propuesto por Kalina Christoff y colaboradores (2000), defiende que el razonamiento es resultado del procesamiento de la información en diferentes niveles de complejidad, controlados por regiones diferenciadas de la corteza prefrontal.

Estos investigadores utilizando técnicas de resonancia magnética funcional y pruebas psicológicas como las matrices progresivas de Raven, encontraron una mayor activación en la corteza prefrontal rostrolateral relacionada con los incrementos de dificultad de las matrices, llegando a la conclusión que los procesos de integración de relaciones complejas estaban asociados con la manipulación abstracta, y requerían la generación interna de información (Christoff y Owen, 2006). Además, hallaron diferencias entre dos subregiones frontales, la dorsolateral y la rostrolateral, en su contribución a los procesos cognitivos complejos, la primera se activaba cuando se procesaba la información externa, mientras que la segunda se activaba durante el

procesamiento de la información interna, lo cual encontró apoyo experimental en estudios posteriores (Smith, Keramatian y Christoff, 2007).

Modelo Funcional de Cascada. El modelo elaborado por Etienne Koechlin, Anton, y Burnod (1999) postula una arquitectura en cascada del control ejecutivo en la corteza prefrontal, la cual sustentan las FE complejas a través de dos ejes con funciones diferentes, el medial-lateral y el anterior-posterior.

El modelo propone un funcionamiento del córtex prefrontal basado en procesos cognitivos elementales, y diferencia entre cuatro niveles de control de la acción (Koechlin y Hyafil, 2007): 1. Sensorial: controlado por la corteza premotora, se encargaría selección de acciones motoras en respuesta a estímulos. 2. Contextual: controlado por las regiones caudales se encargarían de la activación de representaciones premotoras (asociación estímulo/respuesta), a partir de las señales contextuales perceptivas que acompañan al estímulo. 3. Episódico: controlado por las regiones rostrales, se encargarían de la activación de las representaciones que han producido previamente. 4. *Branching*: Proceso que integra recursos atencionales y memoria de trabajo para la consecución de tareas de gran complejidad. Las regiones más anteriores, se encargarían de la activación de las representaciones prefrontales rostrales, que precipitarían episodios de comportamientos dependientes de los planes de acción conectados que se están desarrollando.

Modelo de Control de la Acción. El modelo de Norman y Shallice (1986), postula la existencia de procesos atencionales orientados a los contextos donde se produce el comportamiento humano. Dichos procesos modulan mediante esquemas mentales la interpretación de la información externa, y las respuestas dadas a los mismos; esto es, controlan secuencias de acción, predefinidas y particulares, que se

activarán en respuesta ante determinadas circunstancias. El modelo distingue entre procesos automáticos y procesos controlados.

Las respuestas automáticas e involuntarias, se diferencian de aquellas que requieren un control deliberado, pues estas últimas dependen de la planificación y la toma de decisiones. De forma relacionada, distingue también entre atención perceptiva, que proviene de las áreas posteriores, y procesos atencionales directores de la acción (áreas frontales del córtex), útiles en situaciones novedosas o poco estructuradas, tales como tomar decisiones, planificar acciones o encontrar soluciones a un problema (Norman y Shallice, 1986). Dichos procesos de decisión necesitarían llevar aparejados mecanismos de retroalimentación sobre la adecuación o no de los esquemas seleccionados.

Teoría del Control Atencional (Stuss y Benson, 1986). El aspecto central de este modelo es su naturaleza atencional, así pues, ante la coexistencia de esquemas mentales que compiten por el control del pensamiento y la conducta. El esquema seleccionado se activaría durante periodos de tiempo variable, en función de los objetivos y de las características propias del procesamiento. Se defiende la existencia de red neural que podría activarse tanto por inputs sensoriales, por otros esquemas, o por un sistema de control ejecutivo estratificado.

El nivel inferior abarcaría las funciones de impulso y organización temporal de la conducta; el segundo nivel de procesamiento se ocuparía de la selección de objetivos y valoración de consecuencias, así como de la planificación y activación de respuestas; y un tercer nivel, de carácter metacognitivo y retroalimentador, que partiendo del conocimiento previo adquirido se encargaría de guiar la toma de decisiones para la resolución de las situaciones problemáticas y/o novedosas.

Posteriormente, en la década de los 90, Stuss, junto con autores como Shallice, Alexander y Picton, plantearon una actualización del modelo en el que se detallaba cómo actúan estos subsistemas dentro de un sistema ejecutivo, al que denominaron sistema de control de la activación (Tirapu-Ustárrroz y colaboradores, 2012). Años después, Stuss y Knight (2013), diferenciaron los distintos procesos incluidos en las funciones descritas en sus investigaciones anteriores y distinguieron cuatro áreas de funcionamiento ejecutivo. Una primera, encargada del procesamiento verbal, la activación, la iniciación y la alternancia. La segunda, que además de la alternancia, controlaría los procesos de monitorización, mantenimiento e inhibición. La tercera área, estaría encargada de los procesos de la memoria explícita, el mantenimiento y la inhibición. Y una cuarta área, que controlaría los procesos de activación, iniciación, alternancia y mantenimiento (Stuss y Alexander, 2007).

Teoría del Filtro Dinámico (Shimamura, 2000). Esta teoría considera que el funcionamiento de la corteza prefrontal, como un elemento central que podría explicar la existencia de ciertas alteraciones cognitivas de pacientes con lesiones prefrontales. El modelo plantea el funcionamiento ejecutivo bajo parámetros neuropsicológicos y metacognitivos, postulando la existencia de distintos procesos de control ejecutivo modulados por las interacciones del córtex prefrontal y regiones de la corteza posterior. La corteza prefrontal se encargaría de monitorizar la actividad de regiones posteriores y recibirían retroalimentación a través de circuitos recurrentes, a partir de la cual y en respuesta a la información sensorial y a la activación mnésica, organizaría la información manteniendo activadas unas e inhibiendo otras. Así pues, el córtex prefrontal controlaría y monitorizaría la información, por medio de un mecanismo de filtraje que comprendería cuatro aspectos de control ejecutivo: la “selección de información”, de naturaleza perceptual o procedente de representaciones mnésicas; el

“mantenimiento” de la misma, conservando activa la información seleccionada; la “actualización en la memoria de trabajo”, movilizandolos procesos de reorganización de la información; y finalmente la “redirección”, activando procesos cognitivos diferentes en función de las situaciones abordadas (Shimamura, 2000; 2002).

Teoría Representacional. (SEC). Perner (1991) estructura esta teoría en torno al concepto “acontecimiento complejo estructurado” (SEC), esto es, la existencia de un conjunto de eventos organizados en función de secuencias particulares de actividades, orientadas a la consecución de objetivos. Un ejemplo de ello podría ser las secuencias de acciones que realizamos habitualmente para ir al trabajo (levantarnos por la mañana, aseoarnos, desayunar, desplazarnos al puesto de trabajo, etc.). Los SECs almacenan en el cortex cerebral esquemas de secuencias muy estructuradas (Grafman, 1994) que se emplean para solucionar problemas o alcanzar objetivos concretos, y permiten a la persona predecir la secuencia de los acontecimientos necesarios para ello. Así mismo defiende que en la infancia los eventos no se estructuran secuencialmente, sino que se almacenan como unidades independientes. A medida que se desarrolla el córtex prefrontal, y por medio de la experiencia adquirida durante el desarrollo, estos eventos se organizan para formar SECs.

Teoría Integradora de la Corteza Prefrontal. El modelo de Miller y Cohen (2001) atribuye a la corteza prefrontal tanto la manipulación de la información como cierto control en el mantenimiento de reglas. Parte de la idea de que el procesamiento cerebral de la información es competitivo, de este modo cuando en la realización de una actividad se produce un conflicto entre los engramas estímulo-respuesta, y las señales arriba-abajo, más débiles aunque relevantes para la tarea, el córtex prefrontal daría prioridad a estas últimas a través de la activación de metas y reglas de acción generadas en otras partes del cerebro.

Conceptualiza pues, la corteza prefrontal como una estructura crítica de procesamiento arriba-abajo encargada de operar ante estímulos internos en aquellas situaciones en las que las conexiones estímulo-respuesta son débiles, variadas o cambiantes. Dicha estructura se ocuparía, a través de sus conexiones con áreas sensoriales, motoras y áreas subcorticales de control cognitivo, de la activación de estrategias y acciones destinadas a dar respuestas adecuadas ante situaciones complejas. El modelo postula además que la conexión con estas áreas, modularía el procesamiento perceptivo-motor, emocional, mnésico, así como la actuación de los circuitos cerebrales de recompensa; igualmente, la plasticidad neural facilitaría el establecimiento de nuevas conexiones que posibilitarían el aprendizaje y la flexibilidad del comportamiento. La activación de las áreas que controlan la consecución de objetivos, inhibirían la información no relevante, fortaleciendo la asociación de sucesos separados temporalmente, con recompensas futuras.

Modelo de Organización Temporal de la Conducta. Según Fuster (2002), la principal función del córtex prefrontal es la estructuración temporal de la conducta. Las lesiones en esta región cerebral pueden llegar a producir dificultades para recordar el orden temporal de los acontecimientos, por ello, los pacientes con lesiones prefrontales cometerían errores en la ejecución de una secuencia estructurada de conducta. La estructuración temporal de la conducta es un elemento clave para el funcionamiento ejecutivo, el cual se desarrollaría mediante la coordinación de tres mecanismos subordinados o funciones cognitivas básicas (Papazian, Alfonso y Luzondo, 2006): 1. El control inhibitorio, necesario para gestionar los estímulos irrelevantes para consecución del objetivo. 2. La memoria de trabajo (MT), necesaria para la retención provisional de la información que se habrá de procesar. 3. Y un tercer mecanismo de

supervisión, que registra los cambios del entorno, e introduce modificaciones en los planes de acción (Fuster, 2002).

Modelo de Memoria de trabajo (Baddeley e Hitch). Uno de los constructos más relevantes en la psicología cognitiva es el de memoria de trabajo. Según Baddeley e Hitch (1974); y Baddeley (1986), la memoria de trabajo se puede entender como un conjunto coordinado de componentes o subsistemas cognitivos especializados. Un primer componente, la agenda visoespacial, posibilitaría el almacenamiento temporal de características visuales y motrices de objetos y escenas. Este mecanismo procesaría información procedente de la percepción visual, como de información visual almacenada.

El segundo componente, el bucle fonológico, permitiría la retención temporal de material verbal en términos fonológicos. Este segundo mecanismo supone un proceso de control que mantiene activa la secuencia fonética, lo cual es clave para formar representaciones fonológicas de las palabras, siendo por tanto crucial para el desarrollo lingüístico. Baddeley dividiría posteriormente este subsistema en dos subsistemas componentes, un almacén fonológico pasivo, proclive al desvanecimiento rápido de la información auditiva, y un subsistema de repaso subvocal activo, que actualizaría la información y retrasaría dicho desvanecimiento.

Un tercer componente: el búfer episódico, almacenaría simultáneamente la información, fonológica y visual, y se encargaría de modular las interacciones del ejecutivo y la activación y recuperación de información almacenada en la memoria a largo plazo (Baddeley, 2000). Por último, se asume que estos tres subsistemas están subordinados a un sistema supervisor con funciones atencionales, el “ejecutivo central”, responsable del funcionamiento conjunto y coordinado de dichos subsistemas.

Es preciso indicar, tal como defienden Müller y Kerns (2015), que no hay ninguna teoría o modelo que sea totalmente válido, dado que todos/as presentan algún tipo de problemas (conceptuales, metodológicos, etc.). Una teoría totalmente comprensiva debería ser capaz de explicar las distintas maneras de organización de las funciones ejecutivas en diferentes momentos del desarrollo, así como los factores y procesos responsables de dichas transformaciones. Las aproximaciones al constructo que centran su atención en las estructuras neurales subyacentes, presentan explicaciones globales (Dick y Overton, 2010), y quizá demasiado generales. Sitúan la conducta en un contexto rígido de conexiones secuenciales, en la que conceptos intencionalidad o conciencia tienen a veces un difícil encaje.

b) Aproximaciones cognitivas basadas en modelos factoriales

Los modelos factoriales han tenido una gran influencia en el estudio de las funciones ejecutivas. Durante las últimas décadas ha cobrado un gran auge, generándose un gran cuerpo de investigación sobre los procesos implicados en la toma de decisiones y en la selección de conductas adaptativas. Aunque el número y peculiaridades de los factores hallados en los diferentes estudios dependen en gran medida de la definición del constructo utilizado, hay que resaltar que algunos de los factores propuestos son particularmente consistentes.

Boone y De Brabander (1993), en un estudio con sujetos con alteraciones neurológicas, identificaron tres factores ejecutivos: flexibilidad cognitiva, velocidad de procesamiento y atención básica y dividida. Taylor y colaboradores (2008) defienden la existencia de tres componentes relacionados con el córtex prefrontal: 1. Las representaciones sensoriales y motoras contenidas en la memoria de trabajo. 2. Los esquemas de alto nivel compuestos por secuencias de acción flexibles y reutilizables. 3.

El procesamiento de tipo emocional asociado a los anteriores componentes que influiría en la activación de determinadas acciones.

Según Pineda y colaboradores (2000), las funciones ejecutivas se componen de distintas dimensiones independientes que trabajan de forma coordinada para realizar tareas complejas no automatizadas. En un estudio de corte neuropsicológico compuesto por tests ejecutivos realizado con jóvenes universitarios, encontraron una estructura de cuatro factores: velocidad de procesamiento, organización y flexibilidad, control inhibitorio y fluidez verbal, aunque reconocen que la estructura factorial encontrada podría experimentar variaciones, si se utilizasen otro tipo de pruebas, se cambiase los modelos matemáticos utilizados en la interpretación de datos, o simplemente se aplicase a otras muestras poblacionales distintas a las de su estudio.

Ríos, Perriáñez, y Muñoz-Céspedes (2004) en estudios realizados con pacientes con lesiones cerebrales plantean la existencia de cuatro factores: velocidad de procesamiento, flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo y control de la interferencia. Busch y colaboradores (2005) en un estudio con sujetos con traumatismos craneoencefálicos, encontraron tres factores. El primero, compuesto por funciones ejecutivas de alto nivel, y organizado en dos componentes: la conducta autogenerada y la flexibilidad cognitiva. El segundo, de control cognitivo gestionado por la memoria de trabajo. El tercero, que consistiría en los fallos de memoria resultado de errores en la inhibición de información no pertinente.

Así pues, hay un abundante número de estudios que tienen entre sus objetivos clarificar los mecanismos subyacentes al ejecutivo central, empleando de modo paralelo y/o convergente distintas aproximaciones de investigación cognitivas (Baddeley y Sala, 1996) o neuropsicológicas (Burguess y Shallice, 1996). Uno de los modelos factoriales que más ha influido en la investigación actual es el de Miyake y colaboradores (2000).

Este es el modelo en el cual se ubica el segundo estudio que se presenta en esta Tesis doctoral.

Modelo Trifactorial de Funcionamiento Ejecutivo (Miyake et al., 2000). Estos autores abordaron una cuestión clave en el funcionamiento ejecutivo, su naturaleza unitaria o diversa. En su investigación llegaron a la conclusión de la existencia de, al menos, tres funciones ejecutivas independientes.

Una de las funciones ejecutivas sería la inhibición o supresión de información, y/o tendencias de acción dominantes, no relevantes para la consecución de una conducta-meta apropiada. Esto es, la capacidad para suprimir de forma consciente y controlada la emisión de respuestas prepotentes no relevantes para la realización de una tarea (Bull, Johnston y Roy, 1999). Tal es su relevancia, que se la ha identificado en ocasiones con el funcionamiento del ejecutivo. Dicha habilidad se suele medir a través de un abanico de tareas que van desde las distintas tareas Stroop a otras tareas como la inhibición de cantidad o inhibición de objetos (Van der Sluis, de Jong y Van der Leij, 2004). Miyake y colaboradores (2000) plantean que la inhibición es una función consciente, y por lo tanto susceptible de control; pero también puede actuar de modo automático o inconsciente, como es el caso en el *priming* negativo (donde se comprueban tiempos de reacción mayores ante los estímulos recientemente ignorados) y el caso de la “inhibición reactiva” (tendencia a suprimir las respuestas anteriores). Estos autores defienden que la inhibición sólo puede ser calificada como función ejecutiva si se controla y es intencional.

Otra de las funciones ejecutivas es el cambio (*shifting*). Es decir, la habilidad de cambiar el foco de atención o cambiar entre estrategias y/o repertorio de respuestas, esto es, la facultad de poder utilizar de manera flexible distintas operaciones mentales. El

cambio se caracteriza por el abandono de una tarea o estrategia no pertinente y la activación subsiguiente de una más apropiada.

Otra de estas funciones ejecutivas es la actualización (*updating*), que consiste en un proceso continuado de codificación y/o evaluación de partes de información contenida en la memoria a corto plazo, como relevantes o no para la realización de una tarea. Dicha función ejecutiva es además un elemento clave de la memoria de trabajo, ya que supone la monitorización, manipulación y el reajuste de la información contenida en la memoria de trabajo. La actualización implica una manipulación dinámica de los contenidos de la memoria, dado que la información no se guarda pasivamente, si no que se analiza y revisa de modo continuo en función de la entrada de nueva información, desechando lo que no vale y dedicándole atención a lo relevante, para alcanzar con éxito una meta.

Por último, a veces se ha propuesto una cuarta función cognitiva considerada de naturaleza ejecutiva, la coordinación de tarea dual (*dual task performance*). Esta función se refiere a la habilidad de coordinar la atención para la realización de dos tareas simultáneas. La medida principal aquí es el grado de deterioro de la actuación en una tarea básica debido a la introducción de una segunda tarea que debe realizarse de forma paralela.

La clasificación propuesta por Miyake y colaboradores (2000) se ha comprobado en distintos contextos y poblaciones. En un estudio realizado por Verdejo-García y Bechara (2010) se informa que las tres primeras funciones mencionadas correlacionaban entre ellas de forma moderada. En otro estudio, realizado por Tirapu-Ustárriz y colaboradores (2012), en la que se analizaba el funcionamiento ejecutivo, se obtuvo que cada una de estas funciones contribuía de modo diferencial en los resultados obtenidos

en las distintas pruebas utilizadas en el estudio, afianzándose la idea de la independencia de los tres factores.

Este modelo de funcionamiento ejecutivo se ha relacionado con la ejecución en numerosas tareas cognitivas complejas, tales como la comprensión lectora (Daneman y Merikle, 1996; Carretti, Cornoldi, De Beni y Romanò, 2005), la resolución de problemas matemáticos (De Rammelaere, Stuyven y Vandierendonck, 1999; Passolunghi y Pazzaglia, 2004), la inteligencia (Barbot y Tinio, 2015; Kane, Hambrick y Conway, 2005) o la creatividad (Beaty, Silvia, Nusbaum, Jauk y Benedek, 2014).

2.2. DESARROLLO DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS

Tal como se ha comentado con anterioridad, actualmente está muy asentada la idea que las funciones ejecutivas están mediadas principalmente por el córtex prefrontal, y que éste permanece relativamente inmaduro durante las primeras etapas de la niñez, intensificándose su desarrollo de forma progresiva durante la niñez tardía, la adolescencia y la juventud (Segalowitz y Davies, 2004).

a) La estructura de las funciones ejecutivas durante el desarrollo

Se han realizado diversos estudios basados en el modelo trifactorial de Miyake y colaboradores (2000). Hay que destacar que gran parte de la investigación en este campo se ha realizado con población adulta, y la que se ha realizado en otros momentos del desarrollo se ha centrado mayoritariamente en edades tempranas, como las correspondientes a la etapa de educación infantil (Carlson, 2005; Garon, Bryson, y Smith, 2008), a pesar de que en ciertas funciones ejecutivas no se alcanza la madurez plena hasta la adolescencia o incluso hasta la adultez temprana (Anderson, 2002; Conklin, Luciana, Hooper, y Yarger, 2007; Davidson, Amso, Anderson, y Diamond,

2006; Luciana, Conklin, Hooper, y Yarger, 2005; Romine y Reynolds, 2005).

Si bien podemos considerar que hay evidencias que sugieren que las funciones ejecutivas propuestas por Miyake son válidas también para la niñez y la adolescencia (Best, Miller y Jones, 2009; Lehto, Juujarvi, Kooistra, y Pulkkinen, 2003), se pueden encontrar también estudios que no avalan totalmente esta idea, dado que no hallan pruebas categóricas de la diferenciación de los tres subtipos en ciertos momentos del desarrollo, como por ejemplo en las edades más tempranas (Espy, Sheffield, Wiebe, Clark, y Moehr, 2011; Hughes, Ensor, Wilson, y Graham, 2009). Investigadores como Van der Sluis y colaboradores (2007), usando técnicas de análisis factorial confirmatorio para investigar la estructura de las funciones ejecutivas en participantes de 9 a 12 años de edad, sólo encontraron los factores de la actualización y el cambio, pero no la inhibición. Por otro lado, datos procedentes de estudios neurobiológicos sugieren que las estructuras prefrontales y parietales, responsables de las funciones ejecutivas, pueden tener procesos largos de maduración, que se prolongarían durante la adolescencia y la madurez temprana (Blakemore y Choudhury, 2006; Tamnes y colaboradores, 2010), lo cual nos lleva a pensar en diferentes grados de implicación de las mismas en procesos cognitivos, tales como la creatividad, durante las distintas etapas del desarrollo.

Romine y Reynolds (2005), opinan que puede haber procesos latentes (como por ejemplo ciertas funciones ejecutivas) que en la niñez temprana estarían poco activas y por tanto no muestran efectos significativos, que se desarrollarían y pasarían a ser más evidentes en edades posteriores. Gathercole y colaboradores (2004) apuntaban hacia un proceso de diferenciación de una estructura de dos factores en la niñez temprana (inhibición y actualización) a una estructura de tres factores en la niñez tardía/adolescencia (inhibición, cambio y actualización). Por otro lado, hallaron

indicios que apuntaban a que las diferencias encontradas durante este periodo madurativo guardaban relación con la velocidad de procesamiento, estando la misma estrechamente asociada con el control inhibitorio o la habilidad de cambio.

b) Cambios asociados a la edad en las distintas funciones ejecutivas

Se ha demostrado cambios relacionados con la edad en las funciones ejecutivas, independientemente de la estructura factorial que se adopte a la hora de explicar la relación entre las distintas funciones ejecutivas.

Podemos encontrar estudios que muestran que las funciones ejecutivas mejoran significativamente a lo largo de la niñez y adolescencia (Best y Miller, 2010; Best, Miller y Jones, 2009; Huizinga, Dolan y Van der Molen, 2006), lo cual no es sorprendente dado que el paso de la niñez a la adolescencia es una fase importante para el desarrollo de muchas habilidades cognitivas (Casey, Jones y Hare, 2008; McAuley y White, 2011; Steinberg, 2005). Se presenta a continuación una muestra de dichos estudios sobre las distintas funciones ejecutivas analizadas en nuestra investigación.

Inhibición

Hay estudios que han encontrado mejoras a partir de la niñez media, en tareas de inhibición motora (Klenberg, Korkman, y Lahti-Nuuttila, 2001), en tareas de inhibición oculomotora (Luna, Garver, Urbano, Lazar, y Sweeney, 2004), o en tareas de inhibición de respuestas simples (Brocki y Bohlin, 2004; Davidson et al., 2006). Huizinga y colaboradores (2006) encontraron una progresiva mejora con la edad en la ejecución en tareas de inhibición que apuntan hacia un desarrollo gradual en esta función ejecutiva, a través de la adolescencia e incluso durante la madurez temprana (Leon-Carrion, Garcia-Orza, y Pérez-Santamaria, 2004).

Gathercole y colaboradores (2004) encontraron que el control inhibitorio y el coste de cambio mostraban diferencias específicas significativas pero inconsistentes, según las tareas empleadas, dándose el caso, por ejemplo, de una reducción rápida en el control inhibitorio con la edad en unas tareas, y, al contrario, en otras tareas, la magnitud de control inhibitorio se tornaba mayor y relativamente estable en todos los grupos de edad.

Cambio

Podemos encontrar evidencias de que la función ejecutiva de cambio mejora también con la edad, habitualmente, hasta la adolescencia temprana (Anderson, 2002; Cepeda, Kramer, y Gonzales de Sather, 2001; Crone, Somsen, Zanolie, y Van der Molen, 2006; Huizinga et al., 2006). Esta habilidad puede medirse a través del coste de dicho cambio, comparando en los ensayos de cambio y los ensayos de no-cambio, tanto las diferencias temporales de las respuestas como la exactitud en las mismas.

Huizinga y colaboradores (2006) encontraron que el tiempo de respuesta en tareas que implican cambio era significativamente mayor en un grupo de 7 y 11 años que en adolescentes de 15 años y que en este último grupo no había diferencias significativas con el grupo de adultos jóvenes evaluados (20 años de media de edad). Sin embargo, Davidson y colaboradores (2006), calculado de forma diferenciada el coste de cambio, la exactitud y el tiempo de respuesta, no encontraron diferencias en la exactitud en participantes de 9 a 13 años. Paradójicamente, encontraron diferencias inesperadas inversas en los tiempos de respuesta obtenidos a los 6 años de edad y los mostrados por jóvenes en edad adulta. Los autores explicaron este efecto argumentando que conforme avanza la edad se sacrifica la velocidad de las respuestas para asegurar un mayor nivel de exactitud en las mismas. Esto podría sugerir también la posible implicación de procesos metacognitivos en el desarrollo de las tareas.

Actualización

La actualización se considera uno de los factores cognitivos que dan cuenta de una parte significativa de las diferencias individuales en funcionamiento ejecutivo (Miyake, et al., 2000), siendo además un mecanismo que evoluciona notablemente con la edad (p.e., Carriedo, Corral, Montoro, Herrero, y Rucían, 2016; Lechuga, Moreno, Pelegrina, Gómez-Ariza, y Bajo, 2006; Lendínez Pelegrina y Lechuga, 2015; Linares, Bajo y Pelegrina, 2016; Pelegrina et al., 2012, 2015, 2020).

En un estudio de Lechuga, Moreno, Pelegrina, Gómez-Ariza y Bajo (2006), con participantes de distintas edades, se encontró que el grupo más joven (8 años) era menos eficaz que el de mayores (12 años) y los adultos, en desestimar parte de la información en una tarea de actualización. Sin embargo, cuando la tarea requirió supresión involuntaria no se encontraron estas diferencias. En otro estudio, cuyo objetivo era investigar los posibles cambios relacionados con la edad a lo largo de la niñez y adolescencia en el procesamiento de diferentes componentes de la actualización de la memoria de trabajo: recuperación, transformación, y sustitución (Linares, Bajo y Pelegrina, 2016), se observó una disminución global en la rapidez de las respuestas y un aumento en la exactitud con la edad. Sabemos además que la actualización desempeña un papel determinante en el rendimiento académico (Lechuga, Pelegrina, Peláez, Martín-Puga, y Justicia, 2014) y se relaciona con diferencias individuales en áreas clave como las matemáticas (Pelegrina, Capodieci, Carretti, y Cornoldi, 2015) y la comprensión lectora (Borella, Carretti y Pelegrina, 2010), habilidades estas que mejoran durante distintas fases del desarrollo.

No obstante, debemos tener en cuenta que el uso de tareas cualitativamente diferentes para manipular la complejidad de las mismas, puede ser una fuente potencial de diferencias en los resultados, así pues, al igual que ocurre con la inhibición, la

actualización también podría verse afectada por la complejidad de la tarea (Luciana, Conklin, Hooper, y Yarger, 2005). Estos autores, examinando la memoria de trabajo no verbal con una tarea de complejidad variable en participantes de 9 a 20 años de edad, encontraron que los cambios en la actuación relacionados con la edad estaban mediados por la complejidad de las distintas tareas. No encontraron diferencias en la tarea de naturaleza más simple, sin embargo, en la tarea de mayor complejidad encontraron mejoras significativas progresivas hasta los 16 años de edad. Hay que puntualizar que a veces se utiliza los términos actualización y memoria de trabajo para referirse al mismo fenómeno, dado que esta última implica la habilidad de mantener y manipular la información durante periodos breves de tiempo (Alloway, Gathercole, y Pickering, 2006; Huizinga et al., 2006).

Por tanto, las diferencias relacionadas con la edad de funciones ejecutivas como la inhibición o la actualización podrían no deberse estrictamente a aspectos madurativos. Para comprobar esta cuestión, Luciana y Nelson (1998) utilizaron una tarea de actualización que solo contenía variaciones cuantitativas en dificultad. Los resultados mostraron que incluso los niños más jóvenes eran capaces de actualizar la información en tareas simples y que sólo aumentando la carga de la actualización en la memoria de trabajo eran cuando aparecían diferencias relacionadas con la edad.

Para finalizar, hay que mencionar que al igual que en otras habilidades cognitivas, como la creatividad, podemos encontrar algunos estudios que informan de aumentos más o menos pronunciados en las distintas funciones ejecutivas analizadas y las tareas utilizadas para evaluarlas. Con respecto al primero de los efectos mencionados (aumentos más o menos acusados), autores como Anderson (2002), documentaron aumentos en niveles de ejecución de los 7 a los 10 años, así como un repunte brusco durante el final de la adolescencia. Lee, Bull y Ho (2013) informaron que la capacidad

de memoria de trabajo mostraba un aumento firme y paralelo de los 6 a los 15 años, no encontrando cambios entre los sujetos de mayor edad. Igualmente, en estudios anteriores como el de Gathercole Pickering, Ambridge, y Wearing (2004), se informó de ausencia de cambios en los componentes fonológicos y ejecutivos de la memoria de trabajo, en la actuación de jóvenes de 14 años.

CAPÍTULO 3. PROCESOS COGNITIVOS RELACIONADOS CON LA CREATIVIDAD

Como se ha venido mencionando, hay una extensa investigación que, partiendo de la idea de que la creatividad no es una entidad unitaria, ha ido aportando evidencias de que la misma puede involucrar de forma parcial y simultánea ciertas habilidades y procesos cognitivos, tales como las funciones ejecutivas, los procesos asociativos o la fluidez cognitiva.

3.1. CREATIVIDAD Y FUNCIONES EJECUTIVAS

Podemos encontrar un amplio número de investigaciones desde aproximaciones diversas, sobre la relación entre la creatividad y funciones ejecutivas. Dentro de este campo, la psicología cognitiva ha profundizado en el análisis de la relación entre diferentes dimensiones de la creatividad y las principales funciones ejecutivas: inhibición, cambio y actualización. Describimos a continuación algunas de las evidencias encontradas.

a) Inhibición

Las primeras concepciones de la creatividad proponían que las personas creativas mostrarían una inferior capacidad de inhibición cognitiva y conductual (Eysenck, 1995; Martindale, 1999). Sin embargo, las evidencias disponibles de distintos

estudios que emplean medidas objetivas de la inhibición, apuntan más bien en la dirección opuesta. En esta línea hay trabajos que evaluando la inhibición mediante tareas Stroop, encuentran correlaciones positivas entre la inhibición con tareas de pensamiento divergente y con las evaluaciones realizadas por los profesores hacia sus alumnos/as (Groborz y Necka, 2003).

Otros estudios, que han medido la inhibición según la habilidad de evitar las respuestas repetitivas (a través de *Random Motor Generation Task*) encontraron una correlación positiva de la inhibición tanto con la fluidez ideacional como con autoinformes de conducta creativa y logro creativo (Zabelina, Robinson, Council y Bresin, 2012). Benedek, Franz, Heene y Neubauer (2012) informaron que la inhibición cognitiva influía en la fluidez y flexibilidad de generación de ideas (es decir, en los aspectos cuantitativos de la creatividad divergente). Podemos encontrar otras investigaciones que han obtenido correlaciones negativas de medidas de creatividad e inhibición, en tareas que requerían esta función ejecutiva para resolver cierta interferencia, si bien estas correlaciones resultaban positivas en las tareas sin interferencia (Dorfman, Martindale, Gassimova, y Vartanian, 2008).

Estos resultados se han interpretado como el resultado de diferencias relacionadas con el control atencional. Es decir, las personas creativas pueden ser capaces de modular el enfoque atencional dependiendo de las demandas de la tarea, de este modo logran prestar una mayor atención a aspectos que en principio podrían parecer de una relevancia menor, e inhibir otros, en principio de relevancia más evidente.

b) Cambio

La relación entre la creatividad y la función ejecutiva de cambio parece apoyarse en la idea de que la creatividad requiere flexibilidad de pensamiento (Chi, 1997). Esta

noción incluso se incorpora en algunas pruebas habituales de evaluación del pensamiento divergente, las cuales registran la flexibilidad ideacional contabilizando el número de categorías semánticas diferentes producidas durante la generación de ideas creativas (Artola, Barraca, Sánchez, Mosteiro, Poveda y Ancillo, 2010).

Hay estudios que sugieren la posible relación entre creatividad y flexibilidad de pensamiento, como un proceso cognitivo relacionado con la función ejecutiva de cambio. Así, por ejemplo, Zabelina (2018), en un estudio que evaluaba las funciones ejecutivas de forma conjunta y separada, en participantes con profesiones artísticas (baile, dibujo, etc.) y no artísticas (informáticos, etc.), comprobaron que las personas con profesiones artísticas mostraban un mejor funcionamiento ejecutivo global y de forma específica en la función ejecutiva de cambio. También se ha comprobado que el aumento de la flexibilidad cognitiva, usando técnicas de inducción de humor positivo, está relacionado con el aumento en la resolución creativa de problemas (Ashby, Isen y Turken, 1996; Rowe, Hirsh y Anderson, 2007). En la misma línea, Nusbaum y Silvia (2011) informaron de que la relación entre inteligencia fluida y creatividad divergente parecía estar mediada precisamente por la función ejecutiva de cambio, medida por el número de veces que los participantes cambian de categorías durante una tarea de pensamiento divergente. Sin embargo, Benedek y colaboradores (2014) no han corroborado la relación entre tareas de cambio y otras de pensamiento divergente.

Es posible que las diferentes formas de entender y medir la función ejecutiva de cambio puedan explicar las discrepancias en resultados. Zabelina y colaboradores (2019), usaron una medida validada de auto-informe de logros creativos (Carson, Peterson, y Higgins, 2005). Nusbaum y Silvia (2011) utilizaron una medida no convencional para la evaluación del cambio, obtenida a partir de tareas relacionadas con el pensamiento divergente semejantes a la de “usos alternativos” ideada por Guilford

(1966), y Gilhooly y colaboradores (2007). Registraron el número de respuestas dadas por los participantes, y dentro de estas, el número de cambios, o categorías semánticas distintas emitidas en dichas respuestas, encontraron una relación entre cambio y creatividad.

Sin embargo, Benedek y colaboradores (2014) evaluando el cambio por medio de la tarea *Número-letra* (Rogers y Monsell, 1995), no encontraron tal relación. En ella, se presentaban parejas de número-letra (por ejemplo, 8G) en los cuatro cuadrantes de la pantalla del ordenador. Inicialmente se debía decidir si era par/impar, en un segundo grupo de ensayos, se actuaba bajo el criterio vocal/consonante. En el tercer bloque (ensayos de cambio) se alternaba entre ambas subtareas, cuando la pareja número-letra aparecía en los dos cuadrantes superiores, se decidía si era par/impar; y cuando aparecía en los cuadrantes inferiores si era vocal o consonante. El coste de cambio se calculaba comparando los tiempos de reacción entre las tareas de cambio y no-cambio. Como se ha expuesto, con esta tarea más convencional de cambio, no se encontró relación con la creatividad.

c) Actualización

Por último, hay que mencionar la relativa escasez de estudios que han abordado la relación entre actualización y creatividad. No obstante, esta función ejecutiva podría resultar determinante para realizar aquellas tareas que requieren reemplazar constantemente unas ideas contenidas en la memoria de trabajo por otras más relevantes a fin de obtener soluciones originales.

Algunos autores piensan que la creatividad se basa en procesos de búsqueda controlados, lo que sugeriría un papel esencial de la actualización en la memoria de trabajo (Chein y Weisberg, 2014; MacGregor et al., 2001). Hay estudios, como los de Chein y Morrison (2010), que han encontrado correlaciones moderadas entre resolución

de problemas y medidas de memoria de trabajo. También podemos encontrar trabajos como los de Yeh y colaboradores (2014) que apoyan la idea de que la capacidad de memoria de trabajo, junto con la atención y otros mecanismos más periféricos, ayudan a resolver problemas de *insight*. Esto es, problemas pobremente definidos y en cierta medida engañosos, que presentan aparentemente una cierta ambigüedad y/o ausencia de datos relevantes en su redacción, y que precisan para su resolución de una respuesta ingeniosa y rápida, sorpresiva. Gilhooly y Fioratou (2009) encontraron correlaciones positivas (entre .27 y .38) entre los problemas de *insight* y las tareas de amplitud de memoria de trabajo (verbales y no verbales), si bien estas eran similares a las obtenidas con problemas tradicionales, no-*insight* (problemas con una redacción clara, sin ambigüedades, y con datos evidentes para su resolución). Byrne y Murray (2005), analizando una batería de tareas de *insight*, obtuvieron una correlación de .39 con la tarea de dígitos hacia atrás y .51 con otra tarea de amplitud de memoria. No obstante estudios como los de Gilhooly y Murphy (2005), utilizando un conjunto de problemas de *insight* típicos, no encontraron ninguna correlación significativa con las tareas de dígitos hacia atrás.

Benedek y colaboradores (2014) encontraron que la actualización, medida a través de una tarea *2-back*, explicaba parte de la varianza en puntuaciones en una tarea de pensamiento divergente. Dicha tarea consiste en el mantenimiento y reconocimiento de información presentada con antelación, de tal modo que se le pide al individuo decidir si un elemento (verbal o numérico) es igual al presentado en 2 posiciones anteriores. Stolte y colaboradores (2010), en un ámbito más específico, el escolar, informaron que la actualización se relacionaba positivamente con la creatividad en el ámbito de las matemáticas. Encontraron además que esta función ejecutiva correlacionaba positivamente tanto con la habilidad matemática y la creatividad general.

Takeuchi y colaboradores (2011) analizaron la asociación entre la actividad del cerebro durante una tarea actualización (*n-back*) y una medida de psicométrica de creatividad (*Test for Creative Thinking-Drawing Production -TCT-DT-* de Urban y Jellen, 1996). Encontraron una correlación significativa y positiva entre la creatividad y la actividad cortical en una zona del lóbulo parietal superior durante una tarea de *2-back*, pero ésta desaparecía cuando la tarea no implicaba actualización (*1-back*).

Resumiendo, los estudios que han analizado conjuntamente la creatividad, memoria de trabajo y habilidades ejecutivas, tienden a apoyar (aunque no totalmente cuando se diferencia entre creatividad divergente y convergente), la relación entre creatividad con las funciones de inhibición y actualización, pero tal evidencia es menos consistente para la función de cambio. No obstante, los trabajos realizados han interpretado y manipulado tanto la creatividad como el funcionamiento ejecutivo de forma muy diversa, lo que dificulta la interpretación de los resultados.

3.2. CREATIVIDAD Y PROCESOS ASOCIATIVOS

Hay estudios que sugieren que la creatividad es resultado de una activación automática de contenidos asociados en la memoria a largo plazo, y conceden un papel más limitado a la memoria de trabajo (Ash y Wiley, 2006).

La concepción de que los procesos asociativos son mecanismos mediadores de la creatividad se fundamenta en los trabajos realizados por Mednick (1962). Este autor defendía que las ideas creativas eran resultado de la conjunción de ciertos mecanismos de procesamiento de la información subyacentes, en los que las jerarquías semánticas y los procesos asociativos juegan un papel fundamental. De este modo, las personas poco creativas tenderían a generar prioritariamente asociaciones semánticas primarias, cuyas

relaciones son concretas y muy evidentes, que normalmente son de conocimiento básico y general, y por lo tanto con una alta probabilidad de que afloren de forma espontánea en la mente (por ejemplo, *día-noche*, o *ladrillo-pared*) de forma relativamente rápida. A este tipo de organizaciones semánticas, se las ha denominado a menudo jerarquías asociativas verticales.

Por su parte, las personas creativas serían capaces de producir además un flujo continuado de conceptos asociados, más alejados a nivel semántico y con menor probabilidad de que ocurran de forma espontánea por la rareza y lo poco evidente de esta relación, e implicaría una mayor duración en el tiempo para que esta se produzca (por ejemplo, *ladrillo-asador*). A este tipo se les ha llegado a denominar jerarquías asociativas planas, por el relativo distanciamiento semántico de los conceptos asociados.

Mednick argumentaba que este segundo tipo de organización facilitaría el pensamiento creativo dado que una organización plana del conocimiento aumentaría la probabilidad de formar nuevas y alejadas combinaciones conceptuales. Esta interpretación del fenómeno creativo lo llevó al desarrollo del “Test de Asociados Remotos” (RAT; Mednick, 1968). En dicha prueba se presentan a los participantes, series de triadas de palabras aparentemente no relacionadas entre sí (por ejemplo, “ordenador-queso-elefante”) con la consigna de encontrar una palabra relacionada con todas y cada una de las palabras de una triada dada (por ejemplo, “ratón”). Dicha palabra solución se entiende como un eslabón asociativo remoto de las tres palabras estímulo. Mednick asumió que las personas creativas (con jerarquías asociativas planas) generarían inicialmente una baja proporción de asociaciones debido a la ausencia de respuestas muy dominantes, pero a la vez podían emitir un número global más alto de respuestas.

Beaty y Silvia (2012) examinaron la sucesión temporal de las respuestas de pensamiento divergente, buscando confirmación de si los procesos asociativos contribuyen al rendimiento creativo. Partían de la idea de que la sucesión temporal de emisión de respuestas divergentes influye en la calidad creativa de ideas, y reflejaría por tanto el principio de la teoría asociativa, de que el pensamiento creativo necesita tiempo para que pueda establecerse un aumento de nuevas y más lejanas asociaciones. Estos autores encontraron este efecto de sucesión temporal, el cual se ha demostrado en otros muchos estudios (Milgram y Rabkin, 1980; Wallach y Kogan, 1965; Ward, 1969)

Benedek y Neubauer (2013) probaron las explicaciones dadas por Mednick utilizando tareas de creatividad divergente (Beaty, Smeekens, Silvia, Hodges, y Kane, 2013; Kaufman et al., 2008; Torrance, 1988), para ello evaluaron la frecuencia de las respuestas de asociación de palabras en personas con alta y baja creatividad. Estos autores encontraron, como defendía Mednick, asociaciones más remotas en los individuos más creativos. No obstante, a diferencia de lo defendido por éste, observaron que las personas con alta y baja creatividad mostraban una tendencia creciente similar de respuestas, si bien la misma se generaba significativamente de forma más rápida en los individuos creativos que en los no creativos. Concluyeron que estas diferencias en el proceso asociativo eran el resultado de un acceso más eficaz a los contenidos de la memoria y no a una diferencia en la organización general (plana vs empinada) de la misma. De este modo, por ejemplo, los individuos con alta capacidad de memoria de trabajo probablemente llegan a tener más éxito en el acceso a los contenidos de la memoria, al ser más eficaces en superar la interferencia causada por las respuestas automáticas, poco originales. Igualmente tendrían mayor capacidad en usar estrategias para generar respuestas novedosas en tareas de pensamiento creativo.

3.2.1. La perspectiva de los procesos duales: la contribución de procesos asociativos y ejecutivos a la creatividad

Durante los últimos años, los investigadores están estudiando procesos subyacentes implicados en el pensamiento divergente y la resolución de problemas creativos y hay cada vez más indicios que sugieren que en el pensamiento creativo intervienen procesos duales, que implican tanto procesos asociativos como de atención controlada (Dygert y Jarosz, 2020; Gilhooly et al., 2007; Lee y Therriault, 2013; Nusbaum y Silvia, 2011).

Gilhooly y colaboradores (2007) propusieron que el pensamiento divergente, evaluado a través de la generación de usos alternativos para objetos comunes, es susceptible a varias fuentes de interferencia. Por ejemplo, los rasgos concretos del objeto (p.e., el material del que está formado, su forma, tamaño, etc...) o los usos obvios y muy accesibles del mismo (p.e., usar un periódico para informarse de noticias relevantes de actualidad). Así mismo, la interferencia generada por las propias respuestas anteriormente dadas, podrían influir negativamente en la generación de listas de usos raros, novedosos, creativos del objeto en cuestión. De este modo, para generar respuestas creativas, sería preciso identificar y utilizar estrategias útiles para hacer frente a estas fuentes de interferencia, por lo que la cognición ejecutiva podría ser importante también para la actuación exitosa en una tarea de creatividad.

Gilhooly y colaboradores (2007) observaron que las respuestas iniciales dependían normalmente de la recuperación en la memoria a largo plazo de los usos lógicos y cotidianos, mientras que en las respuestas más tardías se adoptan estrategias diferentes, tales como la generación de usos alternativos. Esto requeriría ciertos procesos de disociación: prestar atención a determinadas propiedades, desechando otras (inhibición), la recombinación de las mismas, así como a un posible uso ampliado de

algunas de las citadas propiedades (procesos de actualización de la información seleccionada). Así pues, por una parte, se requiere facilitar el acceso a conceptos relacionados pero remotos (inhibiendo los más cercanos e inmediatos), y por otra, dado que el pensamiento divergente implica la generación de muchas ideas diferentes, se necesita de los procesos de actualización para no quedarse anclado en las ideas iniciales y poder ir generando otras más distales.

Fluidez verbal y creatividad

Las tareas de fluidez verbal requieren tanto procesos ejecutivos como asociativos que se consideran implicados en la creatividad desde una perspectiva de los procesos duales (e.g., Dygert y Jarosz, 2020). Estas tareas se han usado tradicionalmente en la investigación neuropsicológica para evaluar el funcionamiento ejecutivo y la eficacia en la recuperación (Henry, Crawford, y Phillips, 2004; Troyer, Moscovitch, Winocur, Alexander, y Stuss, 1998). Se piensa que la fluidez verbal requiere la atención controlada porque implica la generación y mantenimiento de elementos durante la recuperación de la memoria (Unsworth, 2009) así como la supervisión de intrusiones y repeticiones durante la citada recuperación de la memoria (Conway y Engle, 1994; Unsworth y Engle, 2007). Además, en las tareas de fluidez, la recuperación de la información de la memoria se puede hacer de forma más automática, lo que requeriría principalmente procesos asociativos.

Beaty, Silvia, Nusbaum, Jauk y Benedek (2014) examinaron la influencia de los procesos ejecutivos y asociativos en una tarea típica de pensamiento divergente, utilizando medidas de fluidez verbal (recuperación semántica) junto con medidas de procesamiento controlado (procesos asociativos e inteligencia fluida) y medidas de conocimiento semántico (inteligencia cristalizada). Los resultados demostraron la importancia tanto de los procesos ejecutivos como de los asociativos a la hora de

predecir el rendimiento en la tarea de pensamiento divergente. Además, observaron que la calidad creativa de las respuestas en la tarea de pensamiento divergente dependía tanto de la habilidad de recuperación fluida como del conocimiento semántico.

Otros estudios recientes también han examinado la implicación de los procesos controlados en la creatividad, utilizando como medida del procesamiento controlado medidas de fluidez verbal junto a medidas de inteligencia (Benedek, Könen y Neubauer, 2012; Nusbaum y Silvia, 2011; Silvia, Beaty, y Nusbaum, 2013) o medidas de capacidad de la memoria de trabajo y medidas de fluidez verbal (Dygert y Jarosz, 2020; Lee y Therriault, 2013). En estos estudios se ha observado que el desempeño en tareas de fluidez verbal explicaba más de la mitad de la variación en la capacidad de pensamiento divergente (Benedek et al., 2012). Los resultados de Lee y Therriault (2013) mostraron que la fluidez verbal predecía tanto el pensamiento divergente como el convergente, aunque en diferente medida, ya que se obtuvo una mayor relación en las medidas de creatividad convergente (tarea RAT y resolución de problemas tipo *insight*).

Por tanto, la capacidad de buscar estratégicamente en la memoria y recuperar la información de manera rápida y eficaz parece desempeñar un papel central en la producción de ideas creativas. Recientemente Dygert y Jarosz (2020) han evaluado específicamente el papel diferencial de la fluidez y la memoria de trabajo en las diferencias individuales en creatividad divergente y convergente. Los resultados de este trabajo tienen interesantes implicaciones para la investigación de los procesos implicados en la creatividad. Por un lado, demuestran que las tareas de fluidez verbal y las tareas de pensamiento divergente son dos medidas independientes que, aunque relacionadas, no representan el mismo constructo. Además, el rendimiento en las tareas de pensamiento creativo, tanto divergente como convergente, se explica mejor teniendo

en cuenta tanto la memoria de trabajo como la fluidez, lo que muestra que ambos son mecanismos clave en estas tareas.

Desarrollo de la fluidez verbal

Aunque es un hecho ampliamente probado que la ejecución en tareas de fluidez verbal se ve afectada por la edad en la población adulta, especialmente durante el envejecimiento, es menos conocida su posible variación en otras franjas de edad. En español tenemos evidencias de cambios durante la infancia y la adolescencia en distintas medidas de fluidez verbal. Matute, Rosselli, Ardila y Morales (2004) analizaron el efecto de edad en las medidas de fluidez verbal (semántica y fonológica) y no verbal en niños mejicanos con edades comprendidas entre 6 y 15 años, encontrando un efecto significativo de la edad en todas las pruebas de fluidez verbal empleadas en el estudio.

También en España, Nieto, Galtier, Barroso y Espinosa (2008), en un estudio con niños y niñas de edades comprendidas entre los 6 y los 11 años, encontraron que, a nivel de fluidez fonológica, los niños y niñas de más edad generaron más palabras que los más pequeños (de 6-7 años). En fluidez semántica, las diferencias fueron significativas entre los mayores (de 10-11 años) y los pequeños (de 6-7 años). En ambas tareas se observaron diferencias en función de la edad en el número de agrupamientos y cambios de categorías. Por otro lado, encontraron que la producción total correlacionaba con el número de agrupaciones y cambios. Interpretaron que estos cambios madurativos de fluidez verbal estarían relacionados con el desarrollo de una mayor flexibilidad cognitiva y el uso de estrategias de búsqueda más eficaces.

Estos resultados con niños en español son consistentes con los ofrecidos por estudios normativos realizados en otros países. Por ejemplo, Klenberg y colaboradores (2001) encontraron en una muestra de niños finlandeses un efecto significativo de la edad en tres medidas de fluidez (semántica, fonológica y de planificación) y que las

mismas continuaban desarrollándose después de los 12 años de edad. Korkman Kemp y Kirk (2001), estudiando la fluidez de planificación y la fluidez verbal en niños estadounidenses de 5 a 12 años, constataron también un aumento relacionado con la edad en ambas medidas. Los mayores aumentos se registraron en el intervalo de edad de 5 a 8 años. Así mismo, observaron una meseta a edad en los 11 años en la fluidez de planificación. Sin embargo, en la fluidez verbal se registró también un aumento significativo durante el intervalo de edad de los 11 a 12 años, haciendo pensar estos resultados que la misma podría seguir desarrollándose en edades posteriores.

En Francia, Sauzeon, Lestage, Raboutet, Kaoua y Claverie (2004) realizaron un estudio en el que se analizaba el desarrollo de la fluidez verbal en francés de una muestra de niños y jóvenes, de 7 a 16 años de edad, utilizando para ello distintas tareas de fluidez verbal. Registraron una mayor diferencia en la ejecución en la tarea de fluidez semántica que en la fluidez fonológica entre los grupos de 7-8 y 9-10 años de edad. Así mismo observaron que estas diferencias desaparecían gradualmente con la edad en la fluidez semántica y se mantenían constantes en la fluidez fonológica. En la producción de la fluidez fonológica, a medida que se avanzaba en edad, aumentaba el número de agrupamientos y cambios, sin embargo, en la fluidez semántica sólo cambiaba el tamaño de palabras contenidas en los agrupamientos. En otra tarea, en este caso de fluidez libre (sin criterios predeterminados de búsqueda), el número de categorías aumentaba de 11 a 12 años. Sin embargo, era a partir de los 13-14 años de edad cuando se acrecentaba de forma significativa el acceso eficaz a la red semántica, ya que se producía un aumento significativo del número de palabras en las categorías semánticas generadas.

Dada la importancia que puede tener esta variable a la hora de explicar el desempeño individual en las tareas de creatividad, en esta Tesis también se examinará el

papel específico de la fluidez verbal en relación con las medidas de creatividad, tanto divergente como convergente.

SECCIÓN EMPÍRICA

CAPÍTULO 4. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

En esta Tesis Doctoral se examinará los cambios en creatividad a lo largo de distintas etapas educativas y su relación con las funciones ejecutivas. Para ello, se analizarán diferencias asociadas a la edad durante los años de educación obligatoria (primaria y secundaria) y educación post-obligatoria (estudios universitarios) en distintas medidas de pensamiento creativo, incluyendo tanto medidas de pensamiento divergente como de pensamiento convergente. Se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo 1. Desarrollar una adaptación de la prueba RAT en español para poblaciones de primaria, secundaria y universidad.

Un objetivo inicial de esta Tesis será elaborar un instrumento que permita evaluar la creatividad, tomando una aproximación convergente, en distintos grupos de edad. Para ello, se desarrollará una prueba basada en el test de asociados remotos de Mednick (1962) y se validará en estudiantes de educación primaria, secundaria y de universidad. Se espera que las puntuaciones obtenidas en la prueba construida se relacionen con puntuaciones obtenidas en otras pruebas de pensamiento convergente (p.e., problemas de *insight*) pero no con pruebas de pensamiento divergente.

Objetivo 2. Determinar cambios asociados a la edad en distintos tipos de creatividad.

Aunque los cambios evolutivos en creatividad a lo largo de la niñez, adolescencia y juventud no han sido muy estudiados de forma conjunta, a partir de los datos disponibles es posible esperar diferencias en las trayectorias de desarrollo entre los distintos componentes del pensamiento divergente. En función de los resultados obtenidos en estudios como los de Kleibeuker et al. (2013), Krumm et al. (2015), o los de Smith y Carlsson (1990), se podría pensar que la originalidad mejora con la edad. No obstante, podemos encontrar estudios que han documentado también aumentos y disminuciones durante ciertas fases del desarrollo (Lau y Cheung, 2010). Igualmente podemos encontrarnos resultados dispares en las dimensiones de fluidez y flexibilidad. Por ejemplo, Wu y colaboradores (2005) no encontraron diferencias significativas en estas variables entre adolescentes y personas adultas, pero en contraste, Kleibeuker, De Dreu y Crone (2013) obtuvieron que el grupo de adolescentes de 15-17 años puntuaban más bajo que el grupo de personas adultas en fluidez y flexibilidad. Teniendo en cuenta estos resultados, y en sintonía con lo hallado en estudios como los de Jaquish y Ripple (1980), esperamos encontrar diferencias asociadas a la edad entre las distintas variables que captan la creatividad divergente.

En cuanto a la creatividad convergente esperamos también observar diferencias a lo largo de las distintas edades estudiadas, de forma similar a lo informado por Kleibeuker y colaboradores (2013). El desarrollo del cerebro durante la infancia y la adolescencia (Jolles et al., 2012), la mejora en el control ejecutivo que se produce durante la adolescencia (Huizinga y van der Molen, 2007; Zinke et al., 2012), y la mejora en el razonamiento lógico en la adolescencia tardía (Dumontheil et al., 2010),

permiten esperar una tendencia lineal positiva en el desarrollo del pensamiento convergente.

Además, de forma similar a lo informado por Kleibeuker y colaboradores (2013), se espera encontrar diferencias en el desarrollo entre procesos de creatividad divergente y convergente. Dado que la implicación de los procesos cognitivos que sustentan ambos tipos de creatividad posiblemente difieren en función de la edad, podemos esperar patrones de desarrollo diferentes en las medidas de razonamiento convergente y razonamiento divergente. La justificación de estas posibles diferencias se plantea en base a las trayectorias de desarrollo de las funciones ejecutivas de actualización, inhibición y cambio en la infancia y adolescencia (Best y Miller, 2010; Best, Miller y Jones, 2009; Huizinga, Dolan y Van der Molen, 2006), y cómo las diferentes funciones intervienen en ambos tipos de pensamiento creativo.

Objetivo 3a. Determinar en qué medida los cambios asociados a la edad en los distintos tipos de creatividad están mediados por las funciones ejecutivas.

Se pretende comprobar si los cambios relacionados con la edad en las medidas de creatividad están relacionados con los cambios que se producen en el funcionamiento ejecutivo a lo largo de estos periodos evolutivos. Para ello se examinará la aportación relativa de las principales funciones ejecutivas (actualización, inhibición y cambio) a las diferencias individuales en el rendimiento creativo.

Partiendo de los estudios que indican que se producen mejoras en el funcionamiento ejecutivo relacionadas con la edad durante la niñez y la adolescencia, esperamos encontrar una mejora relacionada con la edad tanto en las medidas de pensamiento divergente (Bijvoet-van den Berg y Hoicka, 2014; Krumm et al., 2015), como en las medidas de pensamiento convergente (Kleibeuker et al., 2013).

La hipótesis de partida es que las funciones ejecutivas mediaran entre el efecto de la edad en la creatividad. Por tanto, cabría esperar que el paso de la etapa de educación primaria (6 a 12 años) a la educación secundaria (12 a 16 años) conlleve cambios también en las capacidades creativas (Kleibeuker, De Creu y Crone, 2012). Igualmente, cabría esperar cambios de la adolescencia a la adultez temprana en creatividad que serán explicados, al menos en parte, por las mejoras en funcionamiento ejecutivo.

Los estudios que han analizado conjuntamente la creatividad y las habilidades ejecutivas, tienden a apoyar la relación entre creatividad con las funciones de inhibición (Benedek, Franz, Heene y Neubauer, 2012) y actualización (Benedek et al., 2014) pero tal evidencia es menos consistente para la habilidad de cambio (Benedek et al., 2014 frente a Nusbaum y Silvia, 2011). Por tanto, se esperaría que los cambios en creatividad se relacionen en mayor medida con las capacidades inhibitorias y de actualización.

Objetivo 3b. Determinar en qué medida los cambios en los distintos tipos de creatividad están mediados por diferencias en la fluidez verbal.

La fluidez verbal refleja la implicación de procesos de atención controlada (Unsworth, 2009), así como procesos ejecutivos de actualización y supervisión de intrusiones y repeticiones durante la recuperación de la memoria (Conway y Engle, 1994; Unsworth y Engle, 2007); pero también procesos asociativos (Dygert y Jarosz, 2020). Por lo tanto, se espera encontrar que la fluidez verbal esté relacionada y tenga un papel mediador en la mejora relacionada con la edad que se espera obtener en las medidas de creatividad, tanto divergente como convergente.

Esto estaría en consonancia con los resultados previos de diversos estudios que muestran mejoras relacionadas con la edad en la fluidez verbal, tanto semántica como

fonológica, durante la infancia y la adolescencia (Filippetti y Allegri, 2011; Matute et al., 2004; Nieto et al., 2008; Sauzón et al., 2004). Las mejoras en fluidez semántica y fonológica que se han demostrado en estos estudios con niños y adolescentes en español avalarían la idea de que la fluidez verbal desempeña un papel mediador en los cambios asociados a la edad en la creatividad.

CAPÍTULO 5. ESTUDIO 1: ADAPTACIÓN AL ESPAÑOL Y VALIDACIÓN DE LA PRUEBA RAT EN DISTINTOS GRUPOS DE EDAD.

Normative data for 102 Spanish remote associate problems and age-related differences in performance¹

Abstract

The Remote Associates Test (RAT) is a measure developed by Mednick (1962) which is used to assess the convergent thinking component of creativity. This study presents a normative database in Spanish including 102 problems based on the RAT. Three sets of problems were built according to the type of between-word associations: semantic, compound, and two-word expressions. These problems were administered to a sample of 309 elementary, high-school, and university students. The results show good internal consistency as well as good convergent validity with *insight* problems, and discriminant validity using Guilford's Alternative Uses Test. In addition, the results indicate age-related differences in the ability to solve the different types of problems.

¹ **Manuscrito publicado como:**

Peláez-Alfonso, J. L., Pelegrina, S., & Lechuga, M. T. (2020). Normative data for 102 Spanish remote associate problems and age-related differences in performance. *Psicológica*, 41(1), 39-65. <https://doi.org/10.2478/psicolj-2020-0003>

5.1. INTRODUCTION

In the 1960s, Mednick designed the Remote Associates Test (RAT; Mednick, 1962, 1968) as a domain-general test to assess individual differences in the ability to form associations between seemingly unrelated words. A RAT problem comprises a triad of cue words that are not directly related to each other, but rather are related to a common associate fourth word through semantic association, synonymy, or compound word formation. The three problem words can be associated with a solution word in a number of ways. An example would be the associations between the cue words *cheese*, *computer*, and *elephant*, and the solution word *mouse*. In this case, the words are related given their semantic association: the mouse likes cheese, a computer needs a mouse to work, and the elephant is afraid of the mouse. Reaching a solution requires creativity because the first retrieved piece of information—most associated with one cue word—is often not related to the other cue words, and the solver must think of more remotely related information in order to connect all three words. Therefore, identifying the correct associative word means that the strongest associates need to be suppressed to retrieve other remote associates of the three cue words (Mednick, 1962).

It is argued that the RAT captures individual differences dependent upon processes similar to those assessed using other analytical or convergent thinking tests, such as *insight* problems, and which differs from the processes involved in traditional tests of divergent thinking (Bowden & Jung-Beeman, 2003; Lee, Huggins, & Therriault, 2014). Convergent thinking tasks entail a combination of distantly related ideas to identify a correct solution, whereas divergent thinking tasks involve the generation of novel and unusual ideas (Brophy, 2001). Therefore, RAT performance is considered an indicator of convergent thinking given the emphasis placed on analytical processing and

its common solution feature, which requires problem solvers to identify a single, correct answer.

Since its beginnings, the RAT has been widely used to research the processes involved in creative thinking, reasoning and problem solving (e.g., Beeman & Bowden, 2000; Bowden, Jung-Beeman, Fleck, & Kounios, 2005); memory and cognitive control (e.g., Gómez-Ariza et al., 2017; Howe, Wilkinson, Garner, & Ball, 2016; Storm & Angello, 2010); attention (e.g., Ansburg & Hill, 2003; Wegbreit, Suzuki, Grabowecky, Kounios, & Beeman, 2012); and even in the study of certain types of psychopathologies (e.g., Fodor, 1999; Mikulincer & Sheffi, 2000).

To date, most studies that have used the RAT have focused on adults, and very little attention has been paid to possible developmental changes in RAT performance. There is, however, recent evidence of age-related differences in RAT problem-solving. Kleibeuker, De Dreu, and Crone (2013) found that young adults and older adolescents outperformed middle adolescents which in turn were more accurate than young adolescents. Thus, their results indicate that the ability to solve these problems is not fully developed until late adolescence. The authors highlighted several factors that might contribute to these differences; for example, an increasing amount of knowledge and experience and improvements in cognitive control functioning with age. Some of these changes may reflect the development of prefrontal cortex areas throughout childhood and adolescence (Blakemore & Choudhury, 2006). Therefore, the ages corresponding to elementary and high-school educational stages seem to be characterized by student growth in creative skills (Barbot, Lubart, & Besançon, 2016).

The materials used in the RAT include verbal associations that could reasonably be deemed familiar to almost everyone who shares a language and culture. The RAT involves associative processes that depend on semantic knowledge (e.g., vocabulary)

and cultural context. For instance, a compound word (e.g., *matchhead*) made up of two words (*match* and *head*) makes sense in a specific cultural context, as it may be impossible to find that very combination of words in other languages to convey the same meaning. Similarly, cultural idioms (e.g., the *White House*) hold a specific meaning in a specific culture and may make no sense in another linguistic context. Consequently, the original RAT cannot be administered in another linguistic context or languages other than English through literal translation. Instead, RAT problems in a particular language must take into account the specific characteristics of the chosen language's vocabulary and its colloquial conventions (Salvi, Costantini, Bricolo, Perugini, & Beeman, 2016). For this reason, the RAT has been adapted to other-language versions, including among others Chinese (Shen, Yuan, Liu, Yi, & Dou, 2016; Wu & Chen, 2017), Dutch (Chermahini, Hickendorff, & Hommel, 2012), or Italian (Salvi et al., 2016) and adapted to other cultural-contexts, such as Jamaica (Hamilton, 1982) or Spain (Romo, 1980). The adaptations usually start from the original RAT developed by Mendick, selecting only those items appropriate for their respective cultural context.

To our knowledge, Romo (1980) appears to be the first that adapted the RAT into Spanish. She selected 30 problems from the original English version after discarding those items that contained non-habitual concepts in colloquial Spanish. Two correction keys were used, one based on the original answers used by Mednick and another based on response frequency to each problem. A striking result was that the most frequent response for almost half of the items was conceptually different to the original solution. This finding therefore highlights the importance of taking into account the cultural differences of the population for which the test is intended.

The present study

The current study sought to build a normative database of RAT problems in Spanish, which could be suitably administered to children and adults. It is important to have appropriate measures to assess convergent thinking in individuals both young and old. Not only would this allow us to study creativity performance in different age groups separately, but it would also enable us to carry out studies aimed at determining developmental or age-related changes in these cognitive abilities, for which it is necessary to employ the same instrument. To this end, different RAT-type problems were created, taking into account the specific characteristics of Spanish vocabulary and its colloquial conventions. This pool of RAT problems was administered to elementary, high-school, and university students.

Cue words of a RAT problem may be related to each other through different types of associations. For example, the words *same*, *tennis* and *head* are associated with the solution (*match*) via synonymy (*same* = *match*); compound word formation (*matchhead*); and semantic association (*tennis match*). The inclusion of different types of associations within the same problem can affect task consistency, as pointed out by some authors (e.g., Bowden & Jung-Beeman, 2003; Marko, Michalko, & Riečanský, 2019; Wu & Chen, 2017). To address this limitation, Bowden and Jung-Beeman (2003) created a series of 144 RAT problems using only one type of associative link. Following this approach, different sets of problems were designed for this study. Problems in each set had the same type of associative link between the cue words and the solution word.

Three sets of RAT problems were built with a different associative link between the cue words and the solution word (see Table 2). The first problem type comprised problems in which the words were semantically associated with each other (s-RAT).

That is, the remote associate was a word with a related meaning to the three cue words. One such example is the solution word *ratón* (mouse) and the cue words *queso* (cheese), *ordenador* (computer) and *elefante* (elephant).

The second problem type comprised compound words that share an initial lexeme (c-RAT). These compound words appear this way in the Spanish dictionary (Real Academia Española, 2014). The solution for a c-RAT problem was the initial lexeme shared by all three compound words. For example, the triad *abrebotellas* (bottle opener), *abrecartas* (letter opener), and *abrelatas* (can opener) share the initial lexeme “*abre*” which means “to open”. Thus, the solution was the word “*abre*”. In the Spanish language, there are very few cases of compound words (e.g., *abrelatas*, [can opener]).

A third and final problem type (e-RAT) comprised two-word expressions with a common word. The solution word was the shared word. For example, the triad *Unión Soviética* (Soviet Union), *Unión Europea* (European Union), and *unión monetaria* (monetary union) share the initial word *unión*, which is the solution to the problem. These word combinations convey a complete idea, which cannot be expressed without both words together, although each word separately may take on a completely different meaning.

In order to assess the validity of RAT problems, its relationship with other measures linked to convergent and divergent thinking processes was examined, as undertaken in previous studies (e.g., Chermahini et al., 2012; Lee et al., 2014; Lee & Therriault, 2013). Evidence for convergent validity is established when correlations between scores from the same construct obtained using different measurement methods are strong (Campbell & Fiske, 1959). Similar to the RAT, *insight* problems require a unique response; at first glance, they are not obvious and require some restructuring of the to-be-solved problem (DeYoung, Flanders, & Peterson, 2008). Conversely, evidence

for discriminant validity is established when correlations among scores from different constructs obtained using different measurement methods are weak (Campbell & Fiske, 1959). It is claimed that the required process for solving RAT problems differs from those involved in traditional divergent thinking tests (e.g., Lee et al., 2014). A classical test of divergent thinking is Guilford's Alternative Uses Test (1967), which asks participants to come up with as many solutions or unusual uses as possible for a given object. As in previous studies (e.g., Chermahini et al., 2012; Lee et al., 2014; Lee & Therriault, 2013), we expected RAT problems to show significant and positive correlations with *insight* problems and no significant relationship—or a lesser one—with the measures obtained using the Alternative Uses Test.

Table 2

Type of RAT problems according to associative link between the cue words and the solution word.

Type	Cue Words	Solution Word
s-RAT	<i>queso</i> (cheese), <i>ordenador</i> (computer), <i>elefante</i> (elephant)	<i>ratón</i> (mouse)
c-RAT	<i>botellas</i> (bottle), <i>cartas</i> (letter), <i>latas</i> (can)	<i>abre</i> (open)
e-RAT	<i>Soviética</i> (Soviet), <i>Europea</i> (European), <i>monetaria</i> (monetary)	<i>unión</i> (union)

Note. s-RAT= semantic problems; c-RAT = compound problems; e-RAT= expressions problems.

s-RAT instructions: find a solution word whose meaning can be associated with each of the three cue words. c-RAT instructions: find a solution word which can form a compound word with each of the three cue words given. e-RAT instructions: find a solution word that allows forming expressions of two words with each of the three cue words.

It has been suggested that associative fluency tasks tap a person's ability to retrieve and organize verbal information in their memory (e.g., Benedek, Könen, &

Neubauer, 2012; Lee & Therriault, 2013), and which have traditionally been used to assess semantic memory (Collins & Loftus, 1975). To assess associative fluency as the ability to effectively retrieve a wide range of associations, we used a phonological and category fluency task. We expected the RAT problem scores to correlate positively with associative fluency, as observed in other studies (Lee & Therriault, 2013).

Regarding age-related differences, developmental changes in a person's efficiency to solve RAT problems have been previously reported (e.g., Kleibecker et al., 2013). As such, we expected elementary students to solve fewer problems than high-school students, and the latter less than university students.

5.2. METHOD

Participants

Three hundred and nine students (176 female) were recruited as participants from across different educational stages. Ninety-seven were fifth- and sixth-year pupils of elementary education (37 girls); 111 were third- and fourth-year pupils of high-school education (65 girls); and 101 were third-year university students taking a degree in Psychology (74 girls). The average age of the elementary participants was 11.27 years ($SD = 0.63$); high-school students had an average age of 15.45 years ($SD = 0.81$); and university students averaged 22.38 years ($SD = 2.13$). The study was approved by the ethics committee of the University of Jaén. Informed consent was obtained from the participants themselves and from the parents of the children and adolescents.

Materials

Remote Associates Test (RAT; based on Mednick, 1962). The RAT calls upon

participants to identify a solution which is associated with three cue words presented semantically, through compound word formation, or through a two-word expression.

Semantic remote associates problems (s-RAT). A total of 60 problems in which the three cue-word items were semantically associated with a fourth solution word were constructed. An example would be the solution word *ratón* (mouse) prompted by the cue words *queso* (cheese), *ordenador* (computer) and *elefante* (elephant). Participants were instructed to search for a word related through meaning to the three cue words presented. The words were selected from Macizo, Gómez-Ariza, and Bajo's (2000) database of associated words for children based on their associative strength. Given that 58 words were contained in the aforementioned study, two additional problems were taken from the associates' database published by Fernández, Díez, Alonso, and Beato (2004). Three words were chosen for each problem, so they had different associative strengths.

Compound remote associates problems (c-RAT). The second set comprised 30 problems in which participants had to find a solution that formed a compound word from each of the three proposed words. For example, the word "*abre*" which means "to open" was the initial lexeme for the triad *abrebotellas* (bottle opener), *abrecartas* (letter opener), and *abrelatas* (can opener). The words that were selected as cue were the second components of the compound words (e.g., *botellas*, *cartas*, *latas*) and the solution word was the initial lexeme for the compound words. Compound words were considered those with an entry in the Spanish dictionary (Real Academia Española, 2014). In the Spanish language, the number of compound words sharing the same lexeme in at least three cases is relatively limited, so the selection was reduced to 30.

Two-word expression remote associates problems (e-RAT). Thirty problems were constructed in which participants were asked to search for a solution that would

form a two-word expression using the three cue words presented. For example, participants given the cue words “*Soviética, Europea, monetaria*” (Soviet, European, monetary) had to identify the solution “*unión*” (union). Two-word expressions are frequently used to convey a complete idea, which could not be expressed without both words placed together. To construct this particular set of problems, we used the Spanish dictionary (Real Academia Española, 2014) and the website WordReference.com. A list of 50 triads was initially drawn up, of which 30 were finally selected. They were deemed frequent in the Spanish cultural context based on the opinion of two external judges (a high-school teacher and a university professor). Both judges reached full agreement on the appropriate use of these expressions in this cultural context.

Only singular names were considered problem solutions for all RAT problem types. Because Spanish morphosyntax requires number and gender consistency, the latter was preserved throughout all problems. Moreover, no presented words were repeated in any problem, neither as a cue word nor as a solution for any triad.

Category fluency task (Lee & Therriault, 2013). The category fluency task required participants to generate a list of as many different types of animals as possible for two minutes. The total number of appropriately named animals was used for the total score.

Letter fluency task (Lee & Therriault, 2013). The letter fluency task assessed phonetic fluency and required participants to generate a list of as many words as possible that begin with the letter P for two minutes. The total number of appropriately named words was used for the total score.

Unusual Uses Test (Guilford, 1967). The Unusual Uses Test required participants to come up with unusual uses for a common household item for two minutes. The item for this task was a brick. Participants' responses on the Unusual Uses

Test were measured using the number of different uses (fluency); the number of different categories for these uses (flexibility); and the degree of uniqueness (originality) as scores. The originality score was assessed for each different use on a scale of 0 to 1, with 0 being 'not original at all' and 1 being 'completely original'. Each response was compared to the total responses from all participants at the same educational stage. Specifically, the score was the result of dividing 1 by the number of same-aged people who gave the same solution. For instance, a score of 1 was given if the use was proposed by a single participant; and a score of .33 was awarded when the solution was proposed by three participants. The final score was the sum of the originality scores across all the different uses proposed by each participant.

Insight problems. For this task, participants were required to solve four *insight* problems (see Appendix A). They were selected among a pool of lateral thinking exercises based on their apparent difficulty. Participants had two minutes to solve each one. A point was awarded for each correctly solved problem. An example was: "A child playing on the beach has six piles of sand in one place and another three piles somewhere close by. If the child gathered up all the piles, how many piles of sand would the child have?" The proportion of problems solved was taken as the final score.

Procedure

Students were given a paper-and pencil-booklet which contained all the tests they had to complete as well as the written instructions for each test. The order of the tasks and their administration time was controlled by the examiner, who explained each task aloud and announced the start and end of each task.

The tests were held over one session in the students' classroom, lasting approximately one hour and thirty minutes. Tests were administered in the following

order: category fluency (2 min), phonological fluency (2 min), unusual uses (2 min), *insight* problems (8 min), and RAT problems (45 min). For the RAT problems, each problem set came with specific instructions and two practice exercises. The problem sets also contained a common block of general instructions, where participants were instructed to respond to all the presented problems and specific instructions for each type of problem. Participants had 10 minutes to complete each block of 30 problems. The set of s-RAT problems was divided into two 30-item blocks. For each block, participants had 10 minutes to complete all 30 problems, with a short break (1 min) between both blocks. There was also a 5-min break before administering the RAT problems. The problems sets were administered in a fixed order: s-RAT, c-RAT, e-RAT.

Data Analysis

A preliminary analysis was conducted on the psychometric characteristics of the 120 RAT problems used. Each correct answer was given a score of 1. The final score reflects the proportion of correctly solved problems. The Cronbach's alpha coefficient was calculated as a measure of internal consistency and the item-total correlation of each item was calculated for the total sample. Small item-total correlations indicate that the item responses were not strongly related to the test score based on all other items. Items whose item-total coefficients showed values less than .20 were discarded; as they did not discriminate, and they lowered the scale's internal consistency¹. The definitive number of problems was reduced to 102, of which 44 were semantic associate problems (s-RAT); 30 were compound associates problems (c-RAT); and 28 were two-word expression problems (e-RAT). The proportion of participants solving each problem was calculated.

The Appendix B shows the normative data for the RAT, featuring the words used in each problem and the proportion of hits corresponding to both the total sample and each educational stage. Item-test correlations are also provided. We have included as supplementary material an analysis of the alternative responses (errors) exceeding 5% of the frequency by educational stage.

The internal consistency of the RAT scales is presented, followed by the correlations among these three types of RAT problems and the measures of divergent thinking (Unusual Uses Test) and convergent thinking (*insight* problems). Finally, the scales' score differences by educational stage are examined.

5.3. RESULTS

Classical test theory

An analysis of the scales' internal consistency using Cronbach's alpha was performed on the correct answers for each problem type: s-RAT, c-RAT and e-RAT. The correlation of each problem with the total scale is reported in the Appendix B.

The total scale's internal consistency proved to be excellent, with a Cronbach's alpha coefficient of .95 for the 102 RAT problems, showing evidence for the scores' internal reliability. Internal consistency for each problem type and educational stage was also very good (see Table 3).

Table 3

Internal consistency (Cronbach's alpha coefficient) by educational stage.

	Educational Stage			Total
	Elementary	High-school	University	
s-RAT	.82	.78	.63	.86
c-RAT	.76	.82	.73	.92
e-RAT	.89	.88	.78	.88
Total	.92	.92	.84	.95

Note: s-RAT= semantic problems; c-RAT = compound problems; e-RAT= expressions problems.

Convergent and discriminant validity

In order to evaluate the validity of the RAT problems, Pearson's correlation analysis was carried out alongside other measures related to convergent and divergent thinking. Table 4 shows the results of the zero-order correlations (lower section) and the partial correlations by educational stage (upper section) between the RAT and measures of associative fluency, as well as between the divergent and convergent thinking tasks.

Scores on the phonological fluency task were moderately related to the category fluency scores for animal names, providing evidence for convergent validity. RAT scores were highly and consistently related to both the category fluency and phonological fluency measures. Correlations showed a decline in magnitude when educational stage was taken into account, which may indicate that relationships between variables depend on age.

Convergent validity was evaluated by examining the correlations between the RAT and *insight* problem scores. The RAT scores were significantly and positively related to the proportion of *insight* problems solved (.40). They were also slightly lower when controlling for the effect of educational stage (.33 partial).

Discriminant validity was evaluated by examining the correlations between the total RAT scores and the indicators of divergent thinking from the Unusual Uses Test (fluency, originality, and flexibility). The total RAT scores were negatively related to fluency (-.13) and did not correlate with scores of flexibility or originality, providing evidence for discriminant validity. The total RAT scores were significantly and positively related to one of the three indicators of divergent thinking (originality) when educational stage was considered.

Table 4

Descriptive statistics and coefficients for tests of correlation (zero-order correlations, lower section; partial correlations by educational stage, upper section) between Remote Associates Task, associative fluency scores (category, phonological), alternative uses task (fluency, flexibility, and originality) and *insight* problems.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Category fluency	1	.53**	.16*	.17*	.06	.25**	.39**	.28**	.29**	.42**
2. Phonological fluency	.63**	1	.21**	.24**	.19**	.25**	.37**	.29**	.30**	.36**
3. Creative fluency	.06	.06	1	.60**	.44**	.06	.03	.02	.04	.02
4. Creative flexibility	.11	.14*	.61**	1	.62**	.07	.10	.03	.07	.15*
5. Originality	.06	.16**	.43**	.62**	1	.06	.13*	.06	.11	.14*
6. Insight problems	.32**	.34**	.01	.04	.06	1	.33**	.29**	.24**	.32**
7. Total RAT	.55**	.61**	-.13*	-.01	.09	.40**	1	.76**	.88**	.85**
8. s-RAT	.46**	.53**	-.12*	-.05	.10	.39**	.92**	1	.54**	.53**
9. c-RAT	.47**	.54**	-.10	-.02	.05	.37**	.87**	.72**	1	.62**
10. e-RAT	.56**	.58**	-.13*	.04	.09	.33**	.93**	.73**	.78**	1
<i>M</i>	24.56	20.50	8.95	4.80	.34	.30	.55	.60	.60	.45
<i>SD</i>	6.53	6.32	4.29	2.36	.40	.26	.19	.17	.24	.21
Min	4	4	1	1	0	0	.07	.02	0	0
Max	43	38	36	14	2.20	4	.91	.91	1	.93
Skewness	.08	.27	1.27	.54	2.12	.56	-.44	-.70	-.66	-.07
Kurtosis	.26	-.24	4.47	.19	4.69	-.31	-.52	.65	-.05	-.92

Note: ** $p < .01$; * $p < .05$.

Educational-stage differences

To determine possible age-related differences across the whole set of RAT problems, univariate analyses were carried out for each type of RAT problem, with educational stage as the between-group variable (elementary, high-school, and university). The effect of educational stage was significant across all RAT problem types: s-RAT, $F(2, 306) = 95.69, p < .001, \eta^2 = .36$, c-RAT, $F(2, 306) = 100.57, p < .001, \eta^2 = .40$, and e-RAT, $F(2, 306) = 147.56, p < .001, \eta^2 = .49$. A post-hoc analysis with Bonferroni corrections confirmed significant differences between each educational stage ($p < .001$). Table 5 shows the mean proportion (and standard deviation) of correct answers for each RAT problem type by educational stage.

Table 5

Proportion of correct answers according to the type of RAT problem by educational stage (standard deviation between parentheses).

	Educational Stage			Total
	Elementary	High-school	University	
s-RAT	.47 (.15)	.60 (.14)	.73 (.10)	.60 (.17)
c-RAT	.41 (.21)	.59 (.20)	.78 (.14)	.60 (.24)
e-RAT	.24 (.13)	.48 (.17)	.61 (.15)	.44 (.21)
Total	.37 (.15)	.56 (.16)	.71 (.16)	

Note. s-RAT= semantic problems; c-RAT = compound problems; e-RAT= expressions problems.

5.4. DISCUSSION

The main aim of this study was to develop a Spanish normative database of the Remote Associates Test (RAT) designed by Mednick (1968) suitable for use with students of different educational stages. To this end, a wide set of remote associate problems was created which involved different types of associative links in memory. A set of problems was built on the basis that the cue words and the solution word would share a semantic relationship in each problem. A second problem type was constructed by forming compound words. Another set of problems was developed using remote associations based on two-word expressions.

The results reveal that the problems constructed following these three criteria show good internal consistency, both for the entire sample and for the different educational stages. The reliability coefficients are similar to those reported for other normative data sets (e.g., Chermahini et al., 2012). The mean rates of correct responses for the set of Spanish problems ranged between .06 and .98. This range is comparable to those reported for other normed sets. For example, in the Dutch version, mean hit rates ranged between .02 and .72 (Chermahini et al., 2012), and in the Italian version, they were between 0 and .98 (Salvi et al, 2016).

As for the convergent validity of the designed RAT problems, a positive and consistent relationship was observed between the RAT problems and the solving of *insight*-type problems, in line with those found in other studies on adults (Chermahini et al., 2012; Lee et al., 2014; Lee & Therriault, 2013; Shen et al., 2016). Both measures have traditionally been used in the creativity domain as measures of convergent thinking, given that both call for a solution-finding approach to the problem which ignores the obvious and sees the problem from an alternative or unusual perspective (Brophy, 2001).

The results show that the RAT problem scores are not related—or are only weakly related—to the indicators of divergent thinking obtained in the unusual uses task. This coincides with the results achieved by other authors (e.g., Chermahini et al., 2012; Lee et al., 2014; Lee & Therriault, 2013) and demonstrates the discriminant validity of our RAT version. When the effect of age was controlled, the results showed a positive correlation, albeit of small magnitude, between the RAT scores and the originality scores in the divergent thinking task.

It is worth noting the high correlation between the RAT problem scores and the associative fluency tasks. These tasks measure not only the ability to retrieve information quickly and easily, but also the effectiveness of semantic information organization in memory (Benedek et al., 2012; Lee & Therriault, 2013; Marko et al., 2019). Associative fluency is a cognitive process shared by divergent and convergent thinking (e.g., Benedek et al., 2012; Benedek & Neubauer, 2013), and could prove particularly interesting as a measure for assessing students' ability to activate, retrieve and combine concepts.

The age-related differences found in our study for RAT problem-solving are in line with recent research conducted by Kleibeuker, De Creu et al. (2013). These authors observed improvements in convergent thinking performance throughout adolescence and into adulthood. Our results revealed improvements in the ability to solve all types of RAT problems, yielding differences between elementary and high-school students and between the aforementioned students and university students. These improvements were more pronounced in the c-RAT and e-RAT problems than in the s-RAT problems. This may be due to the methods used to construct different types of problems: s-RAT problems were built taking into account associative frequency for elementary-school

children, whereas the c-RAT and e-RAT problems were built using dictionaries that could better represent adult-level vocabulary.

Age-related differences in convergent thinking may be related to changes in organizing information in memory and executive functions. Regarding changes in knowledge, both the quantity of links and the organization of conceptual representations vary significantly during development (Bjorklund, 1987). As experience and knowledge increase, representations and associations between related concepts gain in complexity, favoring their semantic integration. In particular, given the decidedly verbal nature of the RAT, it is likely to depend on a certain level of verbal intelligence and the cultural knowledge shared by native speakers of the same language (Chermahini et al., 2012; Lee et al., 2014; Salvi et al., 2016; Shen et al., 2016; Wu & Chen, 2017). Vocabulary changes in quantity and quality across adolescence. As children grow older, they demonstrate more sophisticated knowledge about word formation through compounding. They are also sensitive to a larger repertoire of set expressions (Berman, 2007). Semantic development may contribute to the enhanced performance in the RAT task with age observed in this study.

Age-related differences in the RAT task may also reflect an improvement in executive functions (Beaty, Silvia, Nusbaum, Jauk, & Benedek, 2014). Executive functions, and especially working memory updating, have shown to be related to measures of convergent thinking such as those included in intelligence tests (e.g., Friedman et al., 2006). Given that executive functions undergo significant changes through childhood and adolescence (Best, Miller, & Jones, 2009; Huizinga, Dolan, & van der Molen, 2006), it could be argued that these improvements give rise to differences in the generation of novel and complex associations involved in creative thinking.

Creative thinking is recognized as a valuable ability stemming from both individual and environmental influences that together contribute to creativity development (Barbot, et al., 2016; Kleibeuker, De Dreu, & Crone, 2016). Several studies have observed specific improvements in performance on relational reasoning tasks during adolescence and early adulthood, which require the simultaneous integration of multiple relations (e.g., Dumontheil, Houlton, Christoff, & Blakemore, 2010; Kleibeuker et al., 2013). The results of our study showing educational stage-related differences in the ability to solve RAT problems could be considered an indicator of improved student ability to solve well-defined problems, which is also required in numerous tasks used in an educational context. Given that academic measures tend to focus on convergent thinking (i.e., problem solvers must meet task constraints and identify the correct answer), the use of these types of measures may enable a suitable estimation of the relationship between creativity and academic achievement, as reported by various authors (see Barbot et al., 2016; Gajda, Karwowski, & Beghetto, 2017). A further step in this research would be the creation of a test, comprising a smaller number of problems that could be administered in a short period of time, and that could be used as a discriminative measure of convergent thinking in students of different education levels.

A final aspect we would like to highlight is the individualized error analysis put forward as supplementary material. We believe that the pattern of errors provides valuable information about the items. First, the error analysis qualifies the information on the difficulty of each problem. At times, especially in high-error-rate items, the response given may be more frequent than the one deemed correct. That is, the correct answer to a problem from the experimenter's point of view may not coincide with the solution reached by a group of individuals of a particular cultural context. A second

aspect to emerge from the error analysis is that the frequency of each word error seems to depend on the participants' age. For example, the correct answer to the problem whose cue words were *cuidadora, mujer, buena* (carer, woman, good) was *madre* (mother). However, the most frequent elementary-level error (18%) was *canguro* (babysitter), although this response was not given by any university student. This could reflect how associations between words change with age. Given that results were stratified by educational level, researchers may select the most appropriate items for a given level or the more suitable problems for different ages. Although information about error frequency is not usually included when presenting normative data of RAT problems, it may be useful when it comes to selecting items for a particular task.

This study provides normative data on 102 RAT problems adapted to the Spanish linguistic context, which fills the gap left by a lack of RAT problem-solving studies in Spanish. Additional adaptations could be required to other Spanish-speaking countries to take into account their respective cultural background. The present study used a rather moderate sample size. Future studies would benefit from larger samples.

In conclusion, we aimed to provide a useful tool that could be employed to investigate the mental processes underlying creativity in languages other than English. A novel contribution of the present study is the classification of the three types of RAT problems identified in Spanish. Future research could explore whether specific cognitive processes are engaged depending on the particular type of problem to be solved. Moreover, the results of this study reveal age-related changes in the ability to solve RAT problems, which could be indicative of improvements in convergent thinking abilities during the adolescent years. Efforts need to be made to develop measures to assess creative thinking more comprehensively. The database presented in this study can prove useful for undertaking this challenge.

CAPÍTULO 6. ESTUDIO 2: EL PAPEL MEDIADOR DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS EN LAS DIFERENCIAS ASOCIADAS A LA EDAD EN CREATIVIDAD

6.1. INTRODUCCIÓN

La literatura ha tratado la creatividad de forma muy diversa. Guilford (1966) propuso una visión interesante, y de gran transcendencia futura, derivada de su concepción del intelecto: la diferenciación entre pensamiento divergente y convergente. Esto es, la distinción entre procesos cognitivos que buscan conclusiones concretas (pensamiento convergente) y procesos que tratan de generar múltiples posibilidades (pensamiento divergente).

Como se ha mencionado a lo largo de la revisión expuesta en el Capítulo I de esta Tesis, gran parte de la investigación de la creatividad se ha venido planteando asumiendo el papel crucial otorgado por Guilford al pensamiento divergente. No obstante, la asunción de que la característica esencial de la persona creativa es su pensamiento divergente, es cuestionable según la literatura analizada. En líneas generales, se considera que para lograr un producto creativo no basta con generar gran variedad de ideas más o menos novedosas (pensamiento divergente). Para que estas ideas sean originales, el proceso necesita de pasos adicionales. Se necesita saber elegir

adecuadamente entre las ideas, desechar las no pertinentes, seleccionar la más conveniente, y tener la habilidad de aplicarla en un determinado contexto de forma única, poco usual, pero relevante y útil. Esto es, se necesita también la implicación del pensamiento convergente.

Una prueba de la conveniencia de considerar ambos tipos de procesos la podemos ver en el caso típico de los problemas de *insight* y las pruebas RAT. En ambas pruebas, se presentan situaciones poco definidas, con una aparente falta de datos relevantes y que requieren una reestructuración de la misma para su solución. Aunque tradicionalmente se han entendido ambas como pruebas típicas de creatividad, y por tanto consideradas en muchos casos desde la óptica del pensamiento divergente (Ansburg, 2000; Fiore y Schooler, 1998; Schooler y Melcher, 1995), éstas, sin embargo, parecen estar relacionadas mayormente con el pensamiento convergente. Ambas dependen de un análisis lógico que lleve a valorar la insuficiencia de datos de la formulación inicial, verificar o desechar nuevas formulaciones hasta llegar a una solución única y original como solución del problema. Esto es, precisan de la actuación del pensamiento convergente.

Como se ha visto en el apartado de fundamentación teórica de esta Tesis, existe suficiente evidencia tanto neurocognitiva como comportamental que permite sustentar las diferencias en los procesos implicados en ambos tipos de pensamiento creativo. Un aspecto adicional que apoya la distinción entre ambos tipos de creatividad es la existencia de patrones de desarrollo diferentes en función del tipo de creatividad que estemos evaluando. Si bien es cierto que contamos con diversos estudios de la trayectoria evolutiva en la creatividad divergente, las investigaciones en cuanto a los patrones de desarrollo de la creatividad convergente son escasas. Hay estudios que indican que se producen mejoras en la creatividad divergente durante la niñez y la

adolescencia (p.e., Besançon y Lubart, 2008; Bijvoet-van den Berg y Hoicka, 2014; Charles y Runco, 2001; Runco y Bahleda, 1986). Esta mejora en la creatividad divergente parece continuar hasta la adultez temprana (p.e., Kleibeuker, Koolschijn y colaboradores, 2013; Krumm et al., 2015), aunque en otros estudios no se han encontrado diferencias entre adolescentes y jóvenes adultos (p.e., Wu, Cheng, Ip y McBride-Chang, 2005).

Por otra parte, parecen existir también discrepancias en cuanto al desarrollo de las distintas medidas componentes de la creatividad divergente. Diversos estudios muestran que la originalidad continúa mejorando hasta la etapa adulta (p.e., Kleibeuker et al., 2013; Krumm et al., 2015; Smith y Carlsson, 1990), mientras que en otros estudios parece alcanzar su asíntota durante la adolescencia (Lau y Cheung, 2010). Igualmente podemos encontrarnos resultados dispares en las medidas de fluidez y flexibilidad. Por ejemplo, Wu y colaboradores (2005) no encontraron diferencias significativas en estas variables entre adolescentes y personas adultas. Sin embargo, Artola y colaboradores (2011) registraron mejoras en estas medidas que continuaban hasta la etapa adulta.

Aunque existen pocos estudios en los que analice de manera conjunta el desarrollo de la creatividad convergente y divergente, la literatura parece apoyar la idea de diferencias en las trayectorias de desarrollo. Kleibeuker, De Dreu y Crone (2013) examinaron conjuntamente la creatividad divergente y convergente en un amplio rango de edad (desde los 12 a los 30 años). Estos autores informaron de mejoras progresivas en creatividad convergente durante la adolescencia (desde los 12-13 años) que continuaban hasta la etapa de adultez temprana (18-19 años), en la cual se alcanzaba el desarrollo máximo. Por otra parte, informaron también de mejoras en la medida de

originalidad de pensamiento divergente verbal hasta la etapa de la adultez, pero no observaron mejoras en las medidas de fluidez y flexibilidad después de la adolescencia.

6.1.1. Creatividad, funciones ejecutivas y procesos asociativos

La creatividad puede depender de las funciones ejecutivas y de procesos asociativos. Los estudios que han analizado conjuntamente la creatividad y las habilidades ejecutivas, tienden a apoyar la relación entre la inhibición y la creatividad (Zabelina, Robinson, Council y Bresin, 2012), especialmente con los aspectos cuantitativos de fluidez y flexibilidad en la creatividad divergente (Benedek, Franz, Heene y Neubauer, 2012), aunque también se han obtenido relaciones negativas cuando la tarea requería inhibición de información interferente (p.e., Dorfman et al., 2008). En cuanto a la actualización, también se han obtenido evidencias de la relación con la creatividad convergente medida a través de problemas tipo *insight* (Byrne y Murray, 2005) y con las medidas de fluidez y flexibilidad en la creatividad divergente (Benedek et al., 2014), aunque hay otros estudios en los que no se han encontrado relaciones con medidas generales de capacidad de memoria de trabajo (Krumm et al., 2018; Lee y Therriault, 2013). Por último, en relación con la función ejecutiva de cambio los resultados tampoco son del todo consistentes. Aunque algunos autores (p.e., Nusbaum y Silvia, 2011; Pan y Yu, 2016) informaron de cierta relación de la función de cambio con la creatividad divergente, Benedek y colaboradores (2014) no encontraron relación entre las tareas de cambio utilizadas y las medidas de pensamiento divergente.

Recientemente se ha publicado un estudio en el que se relacionan las funciones ejecutivas de inhibición, actualización y cambio tanto con medidas de creatividad convergente como divergente en una muestra de adolescentes (Zhao, Zhang, Tong, y Maes, 2021). Los resultados indican que la actualización de la memoria de trabajo es la función ejecutiva que mejor explica la varianza en las medidas de creatividad, tanto de

naturaleza divergente como convergente. En este estudio, ni la inhibición ni el cambio estaban asociadas con el rendimiento en la creatividad convergente o divergente.

Junto a las funciones ejecutivas, la creatividad requiere la participación de procesos asociativos. En el presente estudio también se considera el papel de la fluidez verbal. Investigaciones recientes han examinado la creatividad utilizando como medida del procesamiento controlado medidas de fluidez verbal junto a medidas de inteligencia (Benedek, Könen y Neubauer, 2012; Nusbaum y Silvia, 2011; Silvia, Beaty, y Nusbaum, 2013) o medidas de capacidad de la memoria de trabajo y medidas de fluidez verbal (Dygert y Jarosz, 2020; Lee y Therriault, 2013). En estos trabajos se informa que la ejecución en tareas de fluidez verbal explica más de la mitad de la variación en la capacidad de pensamiento divergente (Benedek et al., 2012). Así, Lee y Therriault (2013) encontraron que la fluidez verbal predecía tanto el pensamiento divergente como el convergente, aunque en diferente medida, ya que se obtuvo una mayor relación en las medidas de creatividad convergente (tarea RAT y resolución de problemas tipo *insight*). Por tanto, la capacidad de buscar estratégicamente en la memoria y recuperar la información de manera rápida y eficaz parece desempeñar un papel central en la producción de ideas creativas.

Dygert y Jarosz (2020) han evaluado específicamente el papel diferencial de la fluidez y la memoria de trabajo en las diferencias individuales en creatividad divergente y convergente. Dicho trabajo demuestra que las tareas de fluidez verbal y las tareas de pensamiento divergente son dos medidas independientes que, aunque relacionadas, no representan el mismo constructo; y que el rendimiento en las tareas de pensamiento creativo, tanto divergente como convergente, se explica mejor teniendo en cuenta tanto la memoria de trabajo como la fluidez verbal.

6.1.2. Cambios con la edad en el funcionamiento ejecutivo y la fluidez verbal

Las funciones ejecutivas consideradas anteriormente experimentan cambios a lo largo de la niñez y adolescencia (Best y Miller, 2010; Best, Miller y Jones, 2009; Huizinga, Dolan y Van der Molen, 2010) y, de hecho, en algunas no se alcanza la madurez hasta el final de la adolescencia o incluso hasta la juventud (Anderson, 2002; Conklin, Luciana, Hooper, y Yarger, 2007; Davidson, Amso, Anderson, y Diamond, 2006; Luciana, Conklin, Hooper, y Yarger, 2005; Romine y Reynolds, 2005). En la medida en que estas funciones ejecutivas determinen la ejecución en tareas de creatividad, su cambio con la edad también podría explicar las diferencias evolutivas en creatividad.

También se ha comprobado que la fluidez cambia notablemente durante la niñez y la adolescencia. Hay evidencias de que se producen cambios en la fluidez verbal y no verbal durante la niñez y la adolescencia tanto en español (Matute, Rosselli, Ardila y Morales, 2004) como en otros idiomas (e.g., Klenberg y colaboradores, 2001, en participantes finlandeses; Korkman Kemp y Kirk, 2001, en estadounidenses; Sauzeon, Lestage, Raboutet, Kaoua y Claverie, 2004, en población francesa). Por lo tanto, los cambios asociados a la edad en fluidez también podrían contribuir a explicar posibles diferencias en creatividad durante las etapas educativas analizadas en este estudio.

6.1.3. El presente estudio

El objetivo del Estudio 2 es doble. Por una parte, examinar los cambios asociados a la edad en distintas medidas de creatividad convergente y divergente. A este respecto, esperamos encontrar una mejora relacionada con la edad en la ejecución en las distintas medidas de creatividad. Pero, además, consideramos posible observar diferentes patrones de diferencias asociadas a la edad en las medidas de creatividad

convergente y divergente, de forma similar a lo informado por Kleibeuker y colaboradores (2013).

Por otra parte, pretendemos determinar en qué medida los posibles cambios en creatividad relacionados con la edad están mediados por cambios en el funcionamiento ejecutivo y en fluidez verbal. La implicación diferencial de los procesos ejecutivos y la fluidez en ambos tipos de creatividad podría mediar las diferencias en creatividad asociadas a la edad. La justificación de este papel mediador se basa, por un lado, en las diferentes trayectorias de desarrollo que muestran las funciones ejecutivas a lo largo de la niñez y adolescencia, así como en los cambios con la edad en la fluidez; y, por otro lado, en el hecho de que las diferentes funciones ejecutivas, así como la fluidez intervienen en ambos tipos de pensamiento creativo.

En definitiva, en este trabajo se parte de que los cambios relacionados con la edad en creatividad convergente y divergente se podrían explicar, al menos parcialmente, por las mejoras en las capacidades ejecutivas inhibitorias y de actualización que ocurren durante la infancia y la adolescencia. El desarrollo de la función ejecutiva de cambio podría ser menos determinante a la hora de explicar estas diferencias. Además, el papel mediador de cada una de estas funciones ejecutivas podría ser más relevante para unas medidas de creatividad y no tan relevante para otras. Por ejemplo, el cambio parece ser más importante para las medidas cuantitativas de fluidez o flexibilidad que para la medida cualitativa de originalidad (Pan y Yu, 2016), y lo mismo parece ocurrir en relación a la inhibición (Benedek et al., 2012). De forma análoga, en lo que respecta a la fluidez verbal (fonológica y semántica), las diferencias asociadas a la edad en ambos tipos podrían mediar la ejecución en pruebas de creatividad convergente y divergente.

6.2. MÉTODO

Participantes

La muestra estuvo compuesta por 427 estudiantes, de los cuales 249 eran mujeres. Del total, 146 participantes cursaban quinto y sexto de educación primaria (74 chicas), 131 estaban en 3º y 4º de educación secundaria (70 chicas) y 150 eran estudiantes universitarios de Psicología (114 chicas). La edad promedio de los participantes en el grupo de primaria era de 11.56 años ($DT = 1.07$); en el grupo de secundaria la edad promedio era de 15.58 años ($DT = 0.38$) y en el grupo de estudios universitarios resultó ser 20.18 años ($DT = 0.27$).

Al igual que en el estudio anterior, antes de realizarlo, se solicitó el visto bueno del comité de ética de la Universidad de Jaén y el consentimiento informado de los participantes y en su caso de los madres o padres del alumnado participante menor de edad, así como la del equipo directivo de los Centros Educativos en donde estaban escolarizados.

Materiales

Creatividad

En la Tabla 6 se presenta un resumen de las tareas utilizadas para evaluar la creatividad, así como las medidas que se han tenido en cuenta en cada una de ellas.

Creatividad divergente

De modo semejante al Estudio 1, para la evaluación del *pensamiento creativo divergente* se empleó la prueba de usos inusuales o alternativos de Guilford (Guilford, 1967) en la que se pide generar usos inusuales para dos objetos. En este estudio se usaron los objetos: ladrillo y periódico como claves para generar las respuestas. En ambos casos se disponía de 2 minutos para responder a cada ítem.

Tabla 6

Creatividad. Tareas y medidas utilizadas

Tipos	Tarea	Variable dependiente
Divergente	Prueba de usos inusuales	
	Fluidez	Número de respuestas
	Flexibilidad	Número de categorías diferentes
	Originalidad	Rareza o baja frecuencia estadística
Convergente	Resolución de problemas (<i>insight</i>)	Número de problemas resueltos
	RAT (Tarea de asociados remotos)	Número de asociaciones correctas

Creatividad convergente

Para la evaluación del *pensamiento creativo convergente*, se emplearon las siguientes pruebas: 1. Tarea de resolución de problemas *insight*. Al igual que en el Estudio 1, estas consistieron en el planteamiento de problemas de lógica, en los que los participantes debían hallar la solución en un tiempo limitado a cada uno de los problemas planteados. Se les presentó 6 grupos de problemas. (Para más información véase Apéndice C). El tiempo disponible para resolver los 6 problemas fue de 10 minutos

2. *Tarea de asociados remotos (RAT)*. Se seleccionaron 40 ítems del total de problemas elaborados en el Estudio 1. Se presentaron dos listas de 20 ítems cada una. La primera lista estaba compuesta por veinte triadas de palabras que guardan una relación semántica con una cuarta palabra, solución, que los participantes debían averiguar. La segunda lista se componía también de 20 ítems, pero en este caso repartidos en dos grupos: 10 problemas de expresiones de dos palabras y 10 problemas de palabras compuestas. En ambas listas se seleccionaron los ítems que habían mostrado los mejores grados de discriminación en el estudio 1. El tiempo disponible para la

cumplimentación de cada una de las listas de 20 problemas fue de 8 minutos. Primero la lista de asociados semánticos y cuando concluían se le presentaba la lista de asociados gramaticales (Véase Apéndice D).

Funciones Ejecutivas

En la Tabla 7 se presenta un resumen de las tareas utilizadas para evaluar las funciones ejecutivas, así como las variables dependientes que se han considerado para cada una de ellas. Las instrucciones concretas impartidas pueden consultarse en el Apéndice E (Tarea 1).

Tabla 7

Funciones Ejecutivas: tareas y medidas utilizadas

F. Ejecutiva	Tarea	Variables dependientes
Inhibición	Stroop <i>Go no-go</i>	Tiempo de respuesta <i>d'</i>
Cambio	Más-menos Número-letra	Tiempo de respuesta Tiempo de respuesta
Actualización	<i>n-back</i> Actualización aritmética	<i>d'</i> Porcentaje de recuerdo

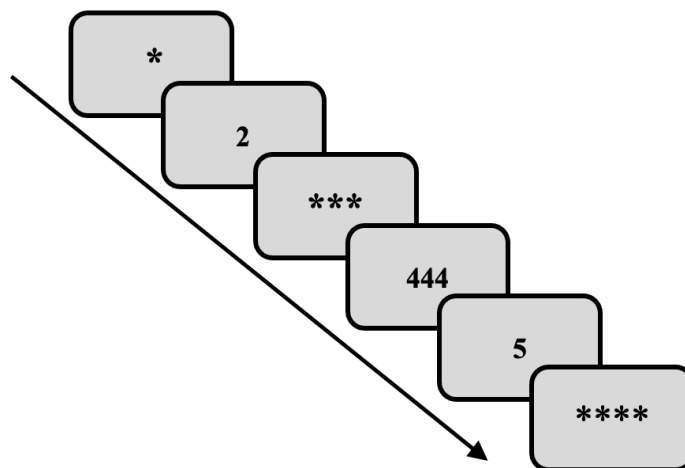
Inhibición

Tarea Stroop numérica. Se utilizó una adaptación de la tarea de Stroop numérica empleada por Lee Ng y Ng (2009). En cada ítem, aparecía una cadena de 1 a 4 dígitos (e.g., 111) o asteriscos (e.g., ***). La tarea incluía tres condiciones. En la primera se presentaron estímulos no numéricos, asteriscos (***). En las dos siguientes condiciones

se presentaron cadenas de dígitos tanto en los ensayos de la condición congruente como en los de condición incongruente. En los ensayos congruentes, el número de los dígitos correspondía con su valor numérico (por ejemplo, 4444). Para los ensayos incongruentes, el número de dígitos no correspondía con el valor numérico que expresaban (p.e., 222). Las cadenas de dígitos podían variar de 1 a 4 con el fin de que se pudiera determinar su cantidad de forma directa, sin tener que contar.

Figura 1

Representación de la tarea de Stroop numérica.



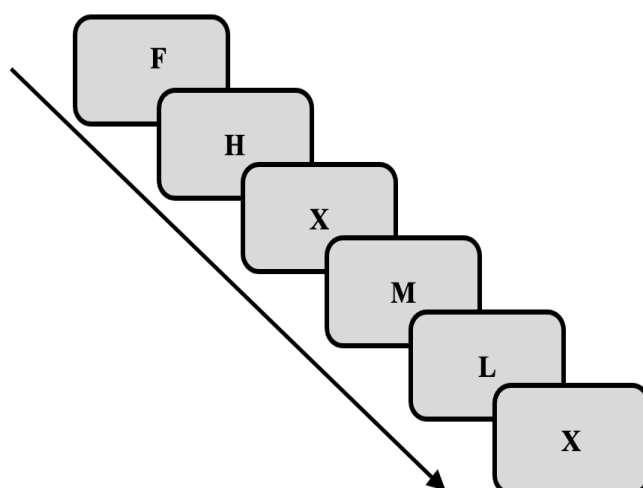
Nota. Ante cada ítem se debe indicar el número de símbolos (dígitos o asteriscos) que aparecen.

Tarea Go no-go (Logan y Cowan, 1984). Se presentó una serie de letras del abecedario en la pantalla del ordenador ante las cuales se debía que responder lo más rápidamente posible, con la excepción de la “X”; en cuyo caso no se debía pulsar ninguna tecla (véase un ejemplo en la Figura 2). Las instrucciones concretas pueden consultarse en el Apéndice E (Tarea 2).

En cada ensayo se presentaba un punto de fijación durante 200 ms y seguidamente una letra que se mantenía en pantalla durante 500 ms. La persona podía responder durante un intervalo de 2000 ms desde que aparecía la letra, pulsando una tecla marcada con la etiqueta “SI”. Tras emitir la respuesta (o transcurridos 2000 ms sin respuesta) aparecía, durante 200 ms, un punto de fijación (*) de color negro si la respuesta era correcta o de color rojo si era incorrecta. La prueba se componía de 2 listas de 128 ensayos, separadas por una pequeña pausa. En esta tarea, se registró el número de aciertos y falsas alarmas. Como variable dependiente se usó el parámetro d' estimado como $d' = Z_{\text{aciertos}} - Z_{\text{falsas alarmas}}$. Se empleó el cuarto método propuesto por Stanislaw y Todorov (1999) para evitar valores de d' indeterminados en el caso de que la proporción de falsas alarmas o aciertos fuese 0 o 1 respectivamente.

Figura 2

Representación de la tarea *Go no-go*



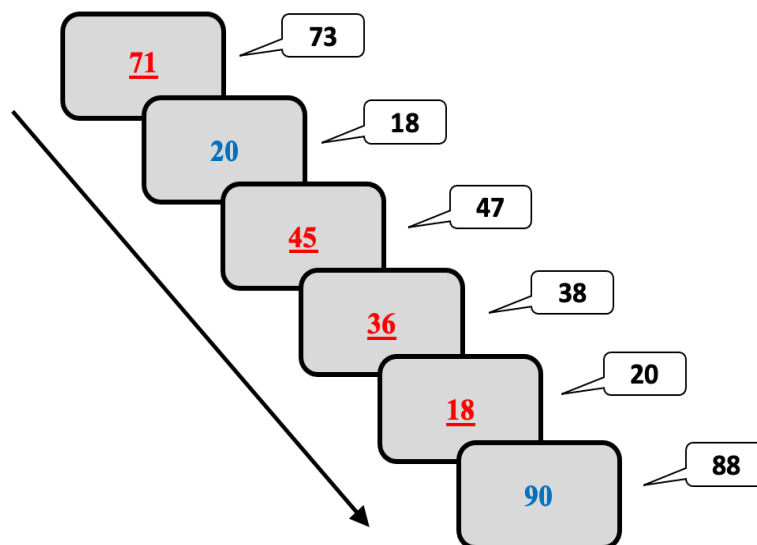
Nota. Ante cada ítem, exceptuando la X, se debe pulsar una tecla lo más rápidamente posible

Cambio

Tarea Más-menos, adaptada de Hillman y colaboradores, (2006). Se presentaron números de dos dígitos que podían ser de color rojo o azul. A cada dígito se le debía sumar o restar el valor 2 según el color del número; si el número presentado en la pantalla estaba coloreado en rojo debía sumarle “2” y escribir con el teclado numérico el valor resultante; si el número estaba coloreado de “azul” debía restarle “2” y teclear el resultado (véase un ejemplo en la Figura 3). Las instrucciones concretas pueden consultarse en el Apéndice F (Tarea 1).

Figura 3

Representación de la tarea de Mas-menos



Nota. Ante cada número en color rojo (subrayado en la figura) se debía sumar 2, y ante cada número azul (sin subrayar en la figura) se debía restar 2.

Se administraron 5 bloques de ensayos. El primero, de práctica, se componía de 12 ensayos, en los que se alternaban de dos en dos las operaciones de suma y de resta. Los siguientes 4 bloques fueron experimentales y cada uno de los cuales incluía 34 ensayos. En el primer bloque experimental solo se realizaban sumas (i.e., los números eran de color rojo), en el segundo bloque solo se realizaban restas (con números de color azul), y en el tercer y cuarto bloque se alternaban de forma aleatoria sumas y restas. En todos los casos, una vez emitida la respuesta había una pausa de 100 ms y se presentaba el siguiente ítem. En cada ensayo se registraba el tiempo de respuesta y los aciertos. Como variable dependiente se emplearía el tiempo de respuesta en los ensayos correctos.

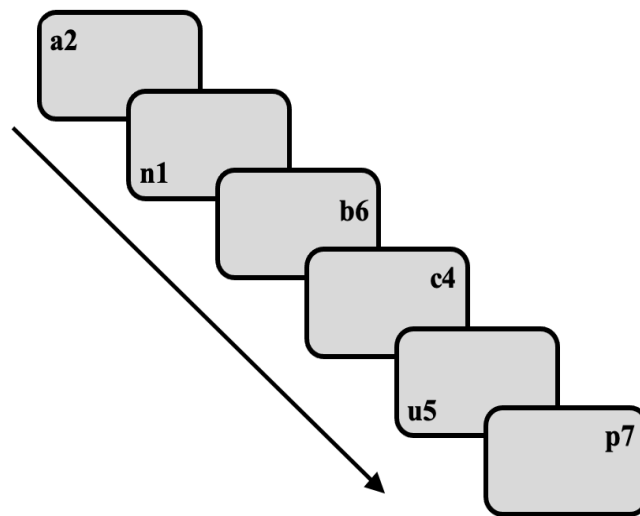
Tarea Número-letra, adaptada de Lee y colaboradores (2009). En esta tarea se presentaban secuencias de pares número-letra (e.g., g3 o k8) que aparecían en una de las cuatro esquinas de la pantalla del ordenador. Dependiendo de la posición en la pantalla (superior o inferior) en la que aparecían los ítems, se debía realizar una tarea u otra. Cuando el par de número-letra aparecía a la parte superior de la pantalla, se debía indicar si el número era par o impar. Cuando el par número-letra aparecía en la parte inferior de la pantalla se debía indicar si la letra era una consonante o una vocal (véase Figura 4 para una representación gráfica de la tarea). Las instrucciones concretas pueden consultarse en el Apéndice F (Tarea 2).

La prueba se componía de tres bloques de ensayos. Los primeros dos bloques contuvieron 36 ensayos cada uno que consistían en determinar bien si el número del ítem era par o impar, o bien si la letra del ítem era vocal o consonante, con lo cual no implicaban cambio de tarea. El tercer bloque, alternaba las dos tareas: par/impar y consonante/vocal, y constaba de 144 ensayos agrupados en cuatro bloques de 36

ensayos. En esta condición los pares de números-letras, aparecían en la pantalla siguiendo una secuencia en el sentido de las agujas del reloj.

Figura 4

Representación de la tarea Número-letra



Nota. Se presentaban pares número-letra en uno de los cuatro cuadrantes de la pantalla. Si el ítem aparecía en los cuadrantes superiores se debía responder en función del número, indicando “sí” si este era par y “no” si era impar. Si el ítem aparecía en los cuadrantes inferiores de la pantalla se debía responder en función de la letra, indicando “sí” si esta era una vocal, y “no” si era una consonante.

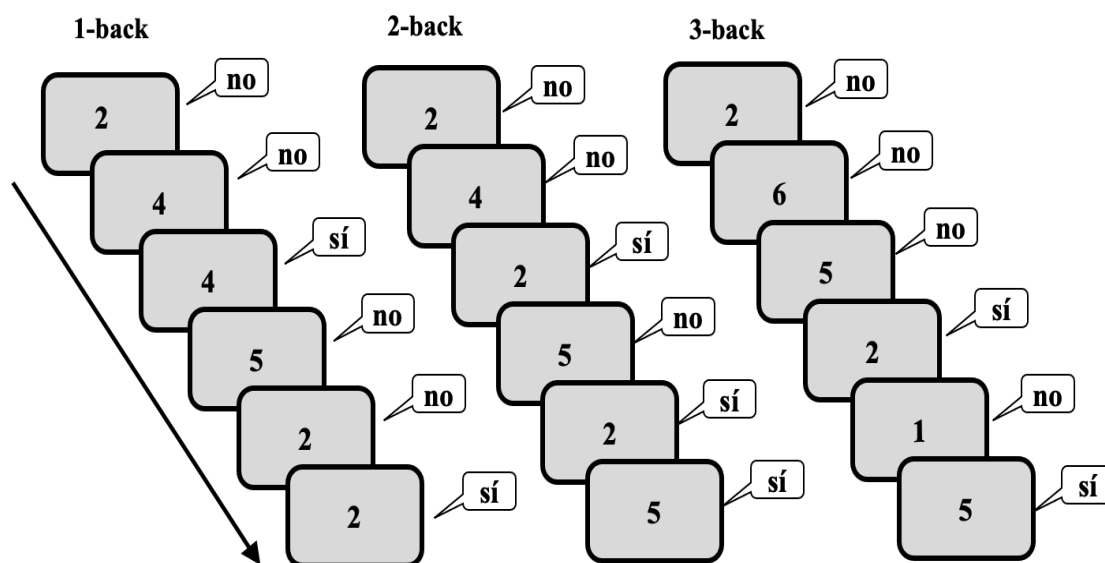
Se incluyeron diez ensayos de práctica en cada uno de los tres bloques, tanto en los simples como en los que suponían cambio. Al igual que en el caso anterior, se registró el tiempo de respuesta y los aciertos. Como variable dependiente se considerarían los tiempos de respuesta en los ensayos correctos.

Actualización

Tarea n-back (Salthouse, Atkinson y Berish, 2003; Linares et al., 2019). En esta tarea se presentó secuencialmente una serie de dígitos (del 1 al 9), algunos de los cuales se repetían durante la secuencia con otros presentados anteriormente. Los participantes debían memorizar dichos dígitos y determinar, pulsando la tecla “SI” o “NO” ante cada uno de ellos, si coincidían o no con los presentados n posiciones anteriores. Cada ítem se presentaba durante 2500 ms con una pausa de 500 ms con el anterior.

Figura 5

Representación de la tarea *n-back* con los tres niveles empleados



Nota. En la tarea se debe indicar si el ítem presentado coincide o no con el presentado n posiciones atrás.

En la tarea 1-back, los participantes debían determinar si el ítem coincidía con el presentado inmediatamente antes. Por ejemplo, en la secuencia: “1 - 3 - 2 - 2”, debían presionar la tecla “SI” ante el 2 presentado en la última posición. En la tarea 2-back, debían responder afirmativamente cuando el dígito había aparecido dos posiciones atrás. Por ejemplo, en la secuencia: “1 - 3 - 2 - 3”, debían presionar la tecla “si” ante el 3 presentado en la última posición. En la tarea 3-back debían responder afirmativamente cuando el dígito se había presentado tres posiciones atrás. Por ejemplo, en la secuencia: “1 - 3 - 2 - 1”, debían presionar la tecla “si” ante el 1 presentado en la última posición.

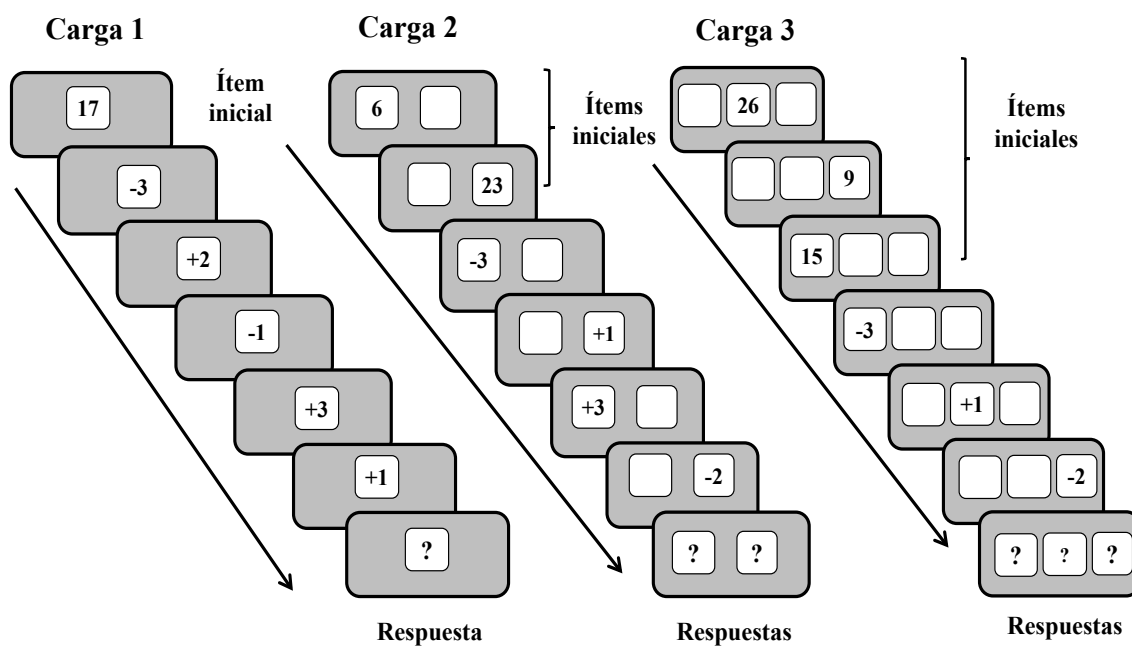
Para cada nivel de *n-back* se administraba una lista de práctica y dos listas experimentales. Cada lista contenía 31, 32, o 33 ítems según su nivel (1, 2, o 3 back), de los cuales 10 eran targets que requerían respuestas “si” y el resto no-targets que implicaban respuestas “no”. En todos los bloques, se registró el número de respuestas correctas y falsas alarmas. Como variable dependiente se empleó el parámetro de sensibilidad *d'* calculado tal y como se indicó en la tarea *Go no-go*. Las instrucciones concretas pueden consultarse en el Apéndice G (Tarea 1).

Tarea de Actualización aritmética (Oberauer y Kliegl, 2001, Linares et al., 2019). La tarea requería memorizar unos números que aparecían dentro de unas casillas, realizar operaciones aritméticas con esos números y actualizar el valor asociado a las casillas. Había tres niveles de carga de memoria (1, 2 o 3) dependiendo del número de elementos que debían mantenerse en la memoria simultáneamente a lo largo de la lista. Inicialmente se presentaban una serie de números (de 1 a 3 dependiendo del nivel de la tarea), inscritos en otras tantas casillas que aparecían en distintas localizaciones. Posteriormente, para cada uno de los ítems de la lista, se presentaba una operación aritmética (sumas o restas sencillas con sumandos o sustraendos entre 1 y 3) dentro de

uno de los cuadrados. Tanto los ítems iniciales como las operaciones se presentaban durante 2500 ms con una pausa de 500 ms entre los ítems. Las personas debían memorizar los valores iniciales para cada casilla. Posteriormente, ante los distintos ítems con operaciones, debían recordar el último número asociado a esa casilla, aplicar la operación aritmética indicada y memorizar el resultado asociándolo a la casilla correspondiente. Al final de la lista debían escribir mediante el teclado el último número memorizado para cada casilla.

Figura 6

Representación de la tarea de Actualización Aritmética (para cargas 1, 2 y 3)



Nota. Se presentaba uno, dos o tres números iniciales en otras tantas casillas que debían memorizarse. Seguidamente, se presentaban una serie de ítems en los que aparecía una operación (e.g., +1) en una casilla. Ante cada ítem, debía aplicarse la operación al número de la misma casilla y memorizar el resultado. Había listas que requerían mantener un solo número asociado a una casilla (carga 1), listas que requerían memorizar dos números asociados a dos casillas (carga 2) y listas de carga 3 (no representadas en la figura).

La prueba se compuso de 4 bloques de ensayos, el primero, de práctica, en la que se presentaban tres listas de 9 o 10 ítems cada una. La primera lista implicaba una carga de memoria de uno, ya que requería mantener solo un elemento en la memoria, mientras que las dos siguientes listas requerían mantener dos elementos en la memoria. Terminada la práctica se iniciaban los siguientes tres bloques de ensayos experimentales, compuesto cada uno, por tres listas de ensayos. El primer bloque se componía de listas de 11 ítems en las que había que memorizar solo un elemento, el segundo bloque requería memorizar dos elementos e incluía listas de 12 ítems; y el tercero requería memorizar tres elementos y se componía de listas de 13 ítems. Al igual que en la tarea anterior se registró el número de respuestas correctas. Las instrucciones concretas pueden consultarse en el Apéndice G (Tarea 2).

Se utilizó E-prime, para la programación, presentación de las distintas tareas y para registrar las respuestas (Schneider, Eschman, y Zuccolotto, 2002). Las tareas se administraron con ordenadores portátiles con una pantalla de 15”.

Fluidez fonológica y semántica

En la Tabla 8 se presenta un resumen de las tareas utilizadas para evaluar la fluidez verbal, así como las medidas que se han tenido en cuenta en cada una de ellas.

Tabla 8

Fluidez Verbal. Tareas utilizadas y medidas de observación

Tipos	Tareas	Variable dependiente
Fonológica	Palabras que empiecen por la letra “M”	Nº de respuestas no repetidas
	Palabras que empiecen por la letra “F”	
Semántica	Nombres de animales Profesiones	Nº de respuestas no repetidas

Se utilizaron dos tipos de tareas, integradas en ambos casos por dos subtareas, con una duración de dos minutos cada una.

Tarea de fluidez fonológica (Lee y Therriault, 2013). En la primera subtask se les requirió a los participantes que generasen durante dos minutos una lista de tantas palabras como le fuese posible que empezasen con la letra M. Se contabilizó el número total de palabras, sin repeticiones, existentes en español. En la segunda subtask se procedió de forma similar, pero en este caso con palabras que empezasen con la letra F.

Tarea de fluidez semántica (Lee y Therriault, 2013). En la primera subtask se les pidió a las participantes que generaran una lista de tantos tipos diferentes de animales como les fuese posible durante dos minutos. Se contabilizó el número total de animales, sin repeticiones, nombrados correctamente. En la segunda subtask se procedió de forma similar, pero en este caso se les requirió que generasen listas de profesiones.

Procedimiento

La administración de las tareas se llevó a cabo a lo largo de dos sesiones, realizadas en los centros educativos. La duración de cada sesión osciló entre 90 y 120 minutos. Todas ellas se realizaron en horario escolar.

La primera sesión era grupal (todo el grupo aula) y en ella se administraron las pruebas de papel y lápiz en el siguiente orden de presentación: Usos alternativos, fluidez fonológica y semántica, problemas de *insight* y problemas RAT. En la segunda sesión se cumplimentaron las pruebas de ordenador destinadas a evaluar las funciones ejecutivas de actualización, inhibición y cambio, en grupos de entre 12 y 20 alumnos/as. Se estableció el siguiente orden de presentación que alternaba tareas más y menos demandantes: 1: *Go no-go*. 2. *n-back*. 3. Número-letra. 4. Más-menos. 5. Stroop

numérica. 6. Actualización aritmética. Se realizó un descanso de cinco minutos entre las tres primeras pruebas y las tres segundas.

6.3. RESULTADOS

Todos los análisis se realizaron utilizando SPSS v. 24. Los resultados se presentan organizados en las siguientes sub-secciones: 1. Análisis de posibles diferencias en cada una de las pruebas realizadas entre los grupos de cada etapa educativa (primaria, secundaria y universidad). 2. Análisis de las relaciones entre las distintas medidas de funcionamiento ejecutivo (inhibición, cambio y actualización), medidas de fluidez (fonológica y semántica) y medidas de creatividad (divergente y convergente) consideradas en el estudio. 3. Análisis del papel mediador de las medidas de funcionamiento ejecutivo (inhibición, cambio y actualización) en la relación entre la edad y las medidas de creatividad (divergente y convergente). 4. Análisis del papel mediador de las medidas de fluidez (fonológica y semántica) en la relación entre la edad y las medidas de creatividad (divergente y convergente).

2.1. Análisis de las diferencias en rendimiento por etapa educativa

En la Tabla 9 se presentan los estadísticos descriptivos (medias y desviaciones típicas) de las variables analizadas en el estudio, así como los resultados de los análisis univariados (F) por etapa educativa (primaria, secundaria y universidad) en cada una de las medidas de ejecución. Para las comparaciones a posteriori entre las distintas etapas educativas se utilizó la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples.

En general los análisis mostraron un rendimiento superior en todas las tareas conforme se progresa en el sistema educativo, de manera que el alumnado de primaria mostraba resultados inferiores con respecto al de secundaria en las principales variables

incluidas en el estudio. Sin embargo, con algunas excepciones que se comentarán a continuación, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos de secundaria y universidad en la mayoría de las pruebas realizadas. A continuación, se comentan estos resultados, en los que se comparan diferencias de medias (aplicando la corrección para comparaciones múltiples de Bonferroni) en cada grupo de variables.

Tabla 9

Estadísticos descriptivos (media y desviación típica) y análisis de las diferencias entre los grupos de edad

	Primaria		Secundaria		Universidad		<i>gl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	Comparaciones
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>				
Stroop	75.1	126.5	38.3	76.9	26.4	59.8	2, 399	10.2	<.001	P>S y U; S=U
<i>Go no-go</i>	1.9	0.8	2.7	0.7	3.0	0.6	2, 376	77.9	<.001	P<S<U
Más-menos	271.6	759.7	331.3	265.5	263.0	271.9	2, 398	0.8	.473	P=S=U
Número-letra	431.6	314.8	320.7	165.6	296.5	136.5	2, 399	14.3	<.001	P>S y U; S=U
<i>n-back</i>	2.2	0.6	2.7	0.7	2.9	0.6	2, 391	56.4	<.001	P<S<U
Act_Aritmética	44.9	17.0	55.7	16.8	56.8	18.3	2, 394	18.8	<.001	P<S y U; S=U
Fluid. fonológica	22.9	7.3	34.4	8.3	39.3	9.0	2, 427	155.6	<.001	P<S<U
Fluidez semántica	30.8	8.2	44.7	7.9	45.7	8.5	2, 427	149.6	<.001	P<S y U; S=U
Crea_fluidez	13.4	6.1	15.7	6.0	14.5	5.3	2, 427	5.5	.004	P<S; P=U; S=U
Crea_flexibilidad	9.1	4.2	11.5	4.1	11.9	4.0	2, 427	19.0	<.001	P<S y U; S=U
Crea_originalidad	0.3	0.4	0.8	0.8	0.7	0.7	2, 427	19.3	<.001	P<S y U; S=U
Crea_Insight	1.3	1.1	2.0	1.4	1.9	1.3	2, 427	13.7	<.001	P<S y U; S=U
Crea_RAT	17.0	4.6	24.1	5.2	25.7	4.8	2, 427	133.1	<.001	P<S<U

Nota: P: grupo de primaria; S: grupo de secundaria, U = grupo de universidad

Inhibición

En la tarea de *Stroop*, los resultados del análisis univariado mostraron un mayor grado de interferencia (diferencia mayor en tiempo de reacción entre la condición incongruente y congruente) en el alumnado de primaria con respecto al de secundaria

($M_{diff} = 36.78$; $p < .001$) y de universidad ($M_{diff} = 48.71$; $p < .001$). No se observaron diferencias significativas entre secundaria y universidad ($p > .05$).

Los resultados en la tarea *Go no-go* mostraron una mejora significativa en la habilidad para inhibir la respuesta a lo largo de las tres etapas educativas, con índices de discriminación (d') más bajos en el grupo de primaria con respecto a los grupos de secundaria ($M_{diff} = .77$; $p < .001$) y universidad ($M_{diff} = 1.01$; $p < .001$). En este caso, también se observó una mejora significativa de secundaria a universidad ($M_{diff} = .24$; $p < .05$).

Cambio

Los resultados mostraron que en la tarea *Más-menos* no se observaban diferencias significativas en cuanto al coste en tiempo debido a tener que cambiar de tipo de respuesta. Las diferencias en los tiempos de reacción eran similares en las tres etapas educativas, como se puede observar en la Tabla 4. Sin embargo, en la tarea *Número-letra*, el grupo de primaria mostró una ejecución más baja (mayor coste en tiempo de reacción) que el de secundaria ($M_{diff} = 110.88$; $p < .001$) y el de universidad ($M_{diff} = 135.05$; $p < .001$). No se observaron diferencias significativas entre los grupos de secundaria y universidad ($M_{diff} = 24.17$; $p > .05$).

Actualización

Los resultados en la tarea *n-back* indicaron una mejora progresiva a lo largo de las tres etapas educativas, con un índice de discriminación (d') menor en el grupo de primaria con respecto a los de secundaria ($M_{diff} = .58$, $p < .001$) y universidad ($M_{diff} = .77$, $p < .001$). Se observó además una mejora significativa tras el paso de secundaria a universidad ($M_{diff} = .19$, $p < .05$). En la tarea de *Actualización numérica*, los resultados

señalaban una proporción de aciertos menor en el grupo de primaria en relación a los de secundaria ($M_{diff} = 10.76$; $p < .001$) y universidad ($M_{diff} = 11.89$, $p < .001$). En este caso no había diferencias en la proporción de aciertos entre los grupos de secundaria y los de universidad ($M_{diff} = 1.12$; $p > .05$).

Fluidez

En la prueba de *Fluidez fonológica*, los resultados mostraron mejoras significativas en la fluidez a lo largo de las tres etapas educativas. El grupo universitario proporcionó más respuestas que los de secundaria ($M_{diff} = 4.92$; $p < .001$) y primaria ($M_{diff} = 16.43$; $p < .001$), así como el grupo de secundaria con respecto al de primaria ($M_{diff} = 11.51$; $p < .001$). En la prueba de *Fluidez semántica*, el grupo de primaria obtuvo resultados inferiores a los grupos de secundaria ($M_{diff} = 13.93$; $p < .001$) y de universidad ($M_{diff} = 14.93$; $p < .001$), pero no se observaron diferencias significativas entre los grupos de secundaria y de universidad ($M_{diff} = 4.92$; $p > .05$).

Creatividad Divergente

En lo referente a la *fluidez creativa*, se observó un menor número de palabras generadas por el grupo de primaria con respecto al de secundaria ($M_{diff} = 2.32$; $p < .05$), pero no con respecto al de universidad ($M_{diff} = 1.08$; $p > .05$). Tampoco se obtuvieron diferencias significativas entre secundaria y universidad ($M_{diff} = 1.23$; $p > .05$). Los resultados en la variable *flexibilidad creativa* mostraron que el alumnado de primaria generó un menor número de categorías diferentes que el de secundaria ($M_{diff} = 2.40$; $p < .001$) y universidad ($M_{diff} = 2.72$; $p < .001$); no observándose diferencias significativas entre secundaria y universidad ($M_{diff} = 0.32$; $p = 1$). En el caso de la variable *originalidad*, el alumnado de primaria obtuvo resultados más bajos que el de

secundaria ($Mdiff = 0.45; p < .001$) y universidad ($Mdiff = 0.33; p < .001$); mientras que no se encontraron diferencias significativas entre el de secundaria y el de universidad ($Mdiff = 0.12; p > .05$).

Creatividad Convergente

En cuanto a la resolución de problemas tipo *insight*, los resultados mostraron un menor número de problemas resueltos por el alumnado del grupo de primaria con respecto al de secundaria ($Mdiff = 0.73; p < .001$) y de universidad ($Mdiff = 0.60; p < .001$). No se observaron diferencias significativas entre secundaria y universidad ($p = 1$). En la prueba *RAT* se observó una mejora a lo largo de las tres etapas educativas. El grupo de primaria resolvió menos triadas en la prueba *RAT* que el de secundaria ($Mdiff = 7.10; p < .001$) y el de universidad ($Mdiff = 8.7; p < .001$) y, a su vez, el de secundaria resolvió menos triadas que el de universidad, aunque la diferencia entre las medias en este caso fue menor ($Mdiff = 1.63; p < .05$).

2.2. Análisis correlacionales

En la Tabla 10 se muestran los coeficientes de correlación de Pearson entre las variables analizadas en el estudio. En la parte superior de la tabla se muestran las correlaciones parciales, controlando la edad. En la parte inferior las correlaciones bivariadas simples.

El patrón general de correlaciones muestra una relación consistente entre las funciones ejecutivas de inhibición y actualización y las medidas de creatividad divergente y convergente. Estas relaciones parecen ser más elevadas en el caso de las pruebas de razonamiento convergente y las tareas de actualización. Cuando se controla la edad, las correlaciones disminuyeron en magnitud, llegando incluso a no resultar

significativas en muchos casos, lo que indica que la edad explica parte de las asociaciones que se dan entre las distintas variables.

Tabla 10

Coefficientes de correlación de Pearson entre las distintas medidas incluidas en el estudio

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Stroop	1	-.11*	-.06	-.01	-.10*	-.13*	-.10	-.14*	.03	-.01	-.03	-.01	-.13*
2. <i>Go no-go</i>	-.20**	1	.12*	.07	.43**	.29**	.21**	.20**	.01	.08	.09	.10*	.30**
3. Más-menos	-.07	.13**	1	.31**	.13*	.06	-.01	.04	.04	.02	.04	-.02	.09
4. Número-letra	.02	-.03	.31**	1	.02	-.07	-.05	-.10	.01	.01	.01	-.07	-.07
5. <i>n-back</i>	-.17**	.56**	.11*	-.09*	1	.34**	.23**	.29**	.04	.12*	.14*	.20**	.30**
6. Act_Aritmética	-.18**	.36**	.05	-.13**	.40**	1	.19**	.30**	.03	.08	.08	.20**	.31**
7. Fluid. fonológica	-.22**	.44**	.01	-.18**	.41**	.29**	1	.60**	.32**	.36**	.25**	.17**	.41**
8. Fluidez semántica	-.22**	.41**	.03	-.20**	.44**	.36**	.72**	1	.38**	.43**	.29**	.24**	.46**
9. Crea_fluidez	-.02	.06	.06	-.03	.06	.05	.31**	.38**	1	.82**	.48**	.11*	.06
10. Cre_flexibilidad	-.10*	.20**	.02	-.07	.20**	.13**	.45**	.49**	.84**	1	.52**	.14*	.12*
11. Cre_originalid.	-.11*	.18**	.03	-.04	.19**	.10*	.34**	.35**	.51**	.58**	1	.12*	.09
12. Crea_Insight	-.08	.20**	-.01	-.09	.26**	.22**	.27**	.33**	.13**	.19**	.16**	1	.28**
13. Crea_RAT	-.21**	.47**	.08	-.17**	.44**	.39**	.58**	.61**	.12*	.27**	.19**	.35**	1

Nota: * $p < .05$; ** $p < .01$. La parte triangular bajo la diagonal recoge las correlaciones simples y la parte triangular superior muestra las correlaciones parciales tras controlar la edad.

A continuación se describe el patrón de relaciones organizándolas en torno a las funciones ejecutivas.

Inhibición

Los resultados del análisis correlacional mostraron, en general, relaciones significativas entre las medidas de inhibición tanto con las medidas de creatividad divergente (con excepción de la fluidez creativa), como con las pruebas de creatividad convergente. Los coeficientes de correlación eran mayores en el caso de la tarea *Go no-go*, especialmente con el rendimiento en la prueba RAT ($r = .47$). Sin embargo, una vez controlado el efecto de la edad, la mayoría de estas correlaciones dejaban de ser significativas y las únicas que se mantenían eran las de la tarea *Stroop* con la prueba RAT y las de la tarea *Go no-go* con las medidas de razonamiento convergente, especialmente con la prueba RAT.

Cambio

Las variables utilizadas para valorar la función ejecutiva de cambio no mostraron una relación significativa con las medidas de creatividad. Solo la correlación entre la tarea *Número-letra* y la prueba RAT resultó significativa, aunque una vez controlado el efecto de la edad no alcanzó la significación estadística.

Actualización

Los resultados de los análisis correlacionales indicaron que existía una relación significativa entre el rendimiento en las tareas de actualización y el rendimiento en las medidas de creatividad, tanto de naturaleza divergente (con excepción de nuevo de la fluidez creativa) como convergente. Los mayores coeficientes de correlación se observaban entre la ejecución en las tareas de actualización y las medidas de razonamiento convergente, especialmente con la prueba RAT. Una vez controlado el

efecto de la edad, se mantenían las correlaciones significativas entre la actualización y las medidas de creatividad, principalmente en los coeficientes en los que estaba implicada la *n-back*.

Fluidez verbal

Las correlaciones observadas entre las medidas de fluidez, tanto fonológica como semántica, y las medidas de creatividad divergente y convergente resultaron ser entre moderadas y altas, situándose los valores más altos entre la fluidez semántica y la prueba RAT. Tras controlar la edad, estas correlaciones disminuían ligeramente en magnitud, mostrándose como las medidas que más correlacionaban con las de creatividad, principalmente con la prueba RAT.

2.3. Análisis mediacionales de las funciones ejecutivas

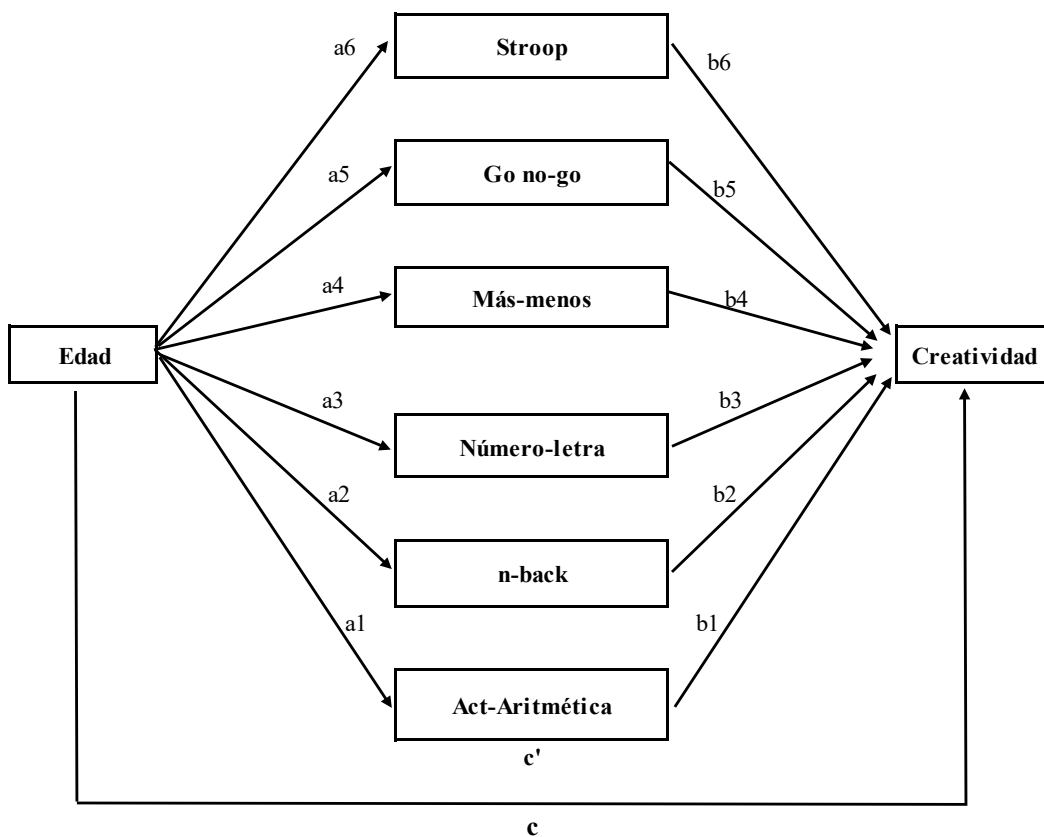
Se realizaron una serie de análisis con el objetivo de comprobar si las diferencias asociadas a la edad detectadas en las distintas medidas de creatividad estaban medidas por las funciones ejecutivas. Estos análisis se realizaron en SPSS versión 24.0 utilizando el Modelo 4 del macro PROCESS (Hayes, 2013). Las variables incluidas en los análisis de mediación fueron estandarizadas, para poder comparar entre sí los distintos coeficientes en la ecuación de regresión y reducir la posibilidad de problemas de multicolinealidad. La potencia y nivel de significación de los modelos de mediación se probaron usando el bootstrapping con 5.000 iteraciones (Preacher, Rucker y Hayes, 2007).

A continuación, se presentan los resultados de los análisis mediacionales para cada una de las medidas de creatividad, utilizando como mediadores múltiples las

puntuaciones estandarizadas del rendimiento en las 6 tareas ejecutivas. La lógica de los análisis se representa en la Figura 7.

Figura 7

Modelo de la relación de mediación de las funciones ejecutivas entre la edad y la creatividad



a) Creatividad divergente

Los resultados de los tres modelos de mediación para cada una de las medidas de creatividad divergente (fluidez, flexibilidad y originalidad) se presentan en la Tabla 11.

La edad resultó ser un predictor significativo de las puntuaciones en las funciones ejecutivas (coeficiente a del modelo), a excepción de la tarea de cambio Más-menos. El coeficiente mayor se obtuvo con la tarea de inhibición *Go no-go*, seguido por

la tarea de actualización *n-back*. Por tanto, la edad resultó ser un predictor del rendimiento en las tareas ejecutivas.

Tabla 11

Efectos directos e indirectos (a través de las funciones ejecutivas) de la edad en las medidas de creatividad divergente (fluidez, flexibilidad y originalidad)

Variable dependiente	Mediador	Tareas	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>axb</i>	IC 95%	<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>R</i> ²
Fluidez	Inhibición	Stroop	-.21**	.04	-.01	[-.03, .02]	.08	.09	.08
		<i>Go no-go</i>	.48**	.01	-.01	[-.08, .07]			
	Cambio	Más-menos	-.03	.08	-.00	[-.01, .01]			
		Número-letra	-.24**	-	.00	[-.02, .03]			
	Actualización	<i>n-back</i>	.41**	.02	.01	[-.05, .07]			
		Act_Aritmética	.25**	.06	.01	[-.02, .05]			
Flexibilidad	Inhibición	Stroop	-.21**	.01	.00	[-.00, .13]	.20**	.27**	.07**
		<i>Go no-go</i>	.48**	.02	-.01	[-.07, .08]			
	Cambio	Más-menos	-.03	.04	-.00	[-.01, .01]			
		Número-letra	-.24**	-	.00	[-.02, .03]			
	Actualización	<i>n-back</i>	.41**	.09	.03	[-.02, .09]			
		Act_Aritmética	.25**	.07	.02	[-.01, .05]			
Originalidad	Inhibición	Stroop	-.21**	-	.00	[-.02, .03]	.12	.20**	.04**
		<i>Go no-go</i>	.48**	.03	.02	[-.05, .08]			
	Cambio	Más-menos	-.03	.03	-.00	[-.01, .01]			
		Número-letra	-.24**	.00	-.00	[-.03, .02]			
	Actualización	<i>n-back</i>	.41**	.12	.05*	[.00, .09]			
		Act_Aritmética	.25**	.05	.01	[-.01, .04]			

Nota: * $p < .05$; ** $p < .01$.

a: efectos de la edad en las funciones ejecutivas; *b*: efectos de las funciones ejecutivas en las medidas de creatividad, *axb*: efectos indirectos de la edad en la creatividad a través de las funciones ejecutivas; *c'*: efectos directos de la edad en las medidas de creatividad; *c*: efectos totales de la edad.

En cuanto a la relación indicada por el coeficiente b , esto es, la relación entre las variables mediadoras (medidas ejecutivas) y la medida dependiente, ninguna de las tareas ejecutivas predecía de manera significativa las medidas de creatividad divergente (fluidez, flexibilidad y originalidad). Este resultado reduce la posibilidad de que las funciones ejecutivas medien la relación entre la edad y la creatividad divergente. De hecho, en estos análisis no resultó significativo los efectos mediadores de las medidas ejecutivas (axb) en ninguna variable de creatividad, exceptuando la mediación de la actualización entre la edad y la originalidad.

El efecto total de la edad resultó significativo en el caso de la flexibilidad y la originalidad, pero no en la fluidez. El efecto directo de la edad se mantenía en el caso de la flexibilidad, ya que ningún efecto mediador resultó significativo. Sin embargo, el efecto total de la edad en la creatividad dejó de ser significativo debido a la mediación de la actualización

b) Creatividad convergente

Los resultados para los dos modelos de mediación para las medidas de creatividad convergente (*insight* y RAT) aparecen recogidos en la Tabla 12. En el caso de la creatividad convergente los resultados obtenidos para el coeficiente a son los mismos que se han descrito en el apartado anterior: la edad predecía las puntuaciones en las funciones ejecutivas, a excepción de la tarea de cambio más menos.

En lo relativo al coeficiente b (relación entre las funciones ejecutivas y la creatividad), solo las tareas de actualización (*n-back* y actualización aritmética) predecían las puntuaciones en las pruebas de creatividad convergente, tanto en *insight* como en la prueba RAT. A lo anterior se añade que en el caso de la prueba RAT también resultó predictora las puntuaciones en la tarea inhibitoria *Go no-go*. Estas

mismas funciones ejecutivas resultaron ser mediadores estadísticamente significativos de la relación entre la edad y las medidas de creatividad convergente (coeficientes axb).

Tabla 12

Efectos directos e indirectos (a través de las funciones ejecutivas) de la edad en las medidas de creatividad convergente (*insight* y RAT)

Variable dependiente	Mediador	Tareas	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>axb</i>	IC 95%	<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>R</i> ²
<i>Insight</i>							.09	.21**	.04**
	Inhibición	Stroop	-.22**	.03	.01	[-.03, .02]			
		<i>Go no-go</i>	.48**	.00	.00	[-.06, .06]			
	Cambio	Más-menos	-.03	-.04	.00	[-.00, .01]			
		Número-letra	-.24**	-.05	.01	[-.01, .04]			
	Actualización	<i>n-back</i>	.41**	.17**	.07	[.02, .13]			
Act_Aritmética		.25**	.16**	.04	[.01, .07]				
RAT							.26**	.48**	.23**
	Inhibición	Stroop	-.21**	-.07	.02	[-.00, .04]			
		<i>Go no-go</i>	.48**	.17**	.08	[.03, .14]			
	Cambio	Más-menos	-.03	.07	-.00	[-.01, .01]			
		Número-letra	-.24**	-.09	.02	[-.00, .05]			
	Actualización	<i>n-back</i>	.41**	.13*	.05	[.01, .11]			
Act_Aritmética		.25**	.19**	.04	[.02, .08]				

Nota: * $p < .05$; ** $p < .01$.

a: efectos de la edad en las funciones ejecutivas; *b*: efectos de las funciones ejecutivas en las medidas de creatividad, *axb*: efectos indirectos de la edad en la creatividad a través de las funciones ejecutivas; *c'*: efectos directos de la edad en las medidas de creatividad; *c*: efectos totales de la edad.

La edad tenía un efecto en ambas medidas de creatividad a tenor del efecto total (*c*). En los problemas RAT, dicho efecto estaba mediado parcialmente por las medidas de actualización e inhibición, dado que el efecto directo (*c'*), continuaba siendo significativo, aun restando el efecto indirecto de estas funciones ejecutivas. El efecto de

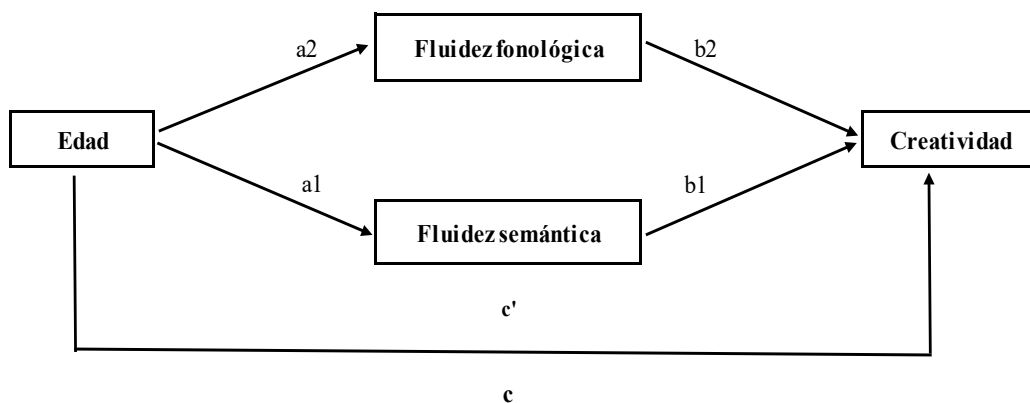
la edad en los problemas de *insight* estaba mediado completamente por distintas medidas ejecutivas de inhibición (*Go no-go*) y actualización

2.4. Análisis mediacionales de la fluidez fonológica y semántica

La lógica del análisis sobre el efecto mediador de las medidas de fluidez fonológica y semántica se muestra en la Figura 8.

Figura 8

Modelo de la relación de mediación de la fluidez verbal entre la edad y la creatividad.



a) Creatividad divergente

Los resultados de los análisis de la mediación de la fluidez verbal en las tres medidas de creatividad divergente (fluidez, flexibilidad y creatividad) se presentan en la Tabla 13.

La edad resultó ser un predictor significativo de las puntuaciones en las variables mediadoras (coeficientes *a*), tanto para la fluidez fonológica como para la semántica.

En cuanto a la relación entre las variables mediadoras (fluidez fonológica y semántica) y la dependiente (medidas de creatividad), recogida en los coeficientes *b*, se

encontró que ambas medidas de fluidez predecían de manera significativa las tres medidas de creatividad divergente (fluidez, flexibilidad y originalidad).

Tabla 13

Efectos directos e indirectos (a través de la fluidez) de la edad en las medidas de creatividad divergente (fluidez, flexibilidad y originalidad)

Variable dependiente	Mediador	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>axb</i>	IC 95%	<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>R</i> ²
Fluidez						-.26**	.09	.01
	Fluidez fonológica	.57**	.17*	.10	[.01, .18]			
	Fluidez semántica	.51**	.35**	.18	[.10, .26]			
Flexibilidad						-.05	.26**	.07**
	Fluidez fonológica	.57**	.22**	.12	[.04, .20]			
	Fluidez semántica	.51**	.36**	.18	[.12, .26]			
Originalidad						-.01	.21**	.05**
	Fluidez fonológica	.57**	.18*	.10	[.01, .19]			
	Fluidez semántica	.51**	.23**	.12	[.06, .18]			

Nota: * $p < .05$; ** $p < .01$.

a: efectos de la edad en las medidas de fluidez; *b:* efectos de las medidas de fluidez en las medidas de creatividad, *axb:* efectos indirectos de la edad en la creatividad a través de la fluidez; *c'*: efectos directos de la edad en las medidas de creatividad; *c:* efectos totales de la edad.

El efecto de la edad en las medidas de flexibilidad y originalidad estaba mediado totalmente por la fluidez semántica y fonológica. Por tanto, en este estudio los cambios debidos a la edad en la flexibilidad y originalidad podrían explicarse completamente a través de las diferencias fluidez verbal asociadas a los distintos grupos de edad. En el caso de la fluidez creativa se producía una mediación inconsistente dado que el efecto directo de la edad tenía un signo opuesto al efecto mediador de ambos tipos de fluidez

verbal. Como consecuencia el efecto total de la edad en la fluidez creativa no resultó significativo.

b) Creatividad convergente

Los resultados de los análisis mediacionales de la fluidez en las dos medidas de creatividad convergente (*insight* y RAT) se presentan en la Tabla 14. Como ya se ha descrito anteriormente, la edad resultó ser un predictor significativo de las puntuaciones en las variables mediadoras (coeficiente *a*), tanto para la fluidez fonológica como para la semántica.

Tabla 14

Efectos directos e indirectos (a través de la fluidez) de la edad en las medidas de creatividad convergente (*insight* y RAT).

Variable dependiente	Mediador	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>axb</i>	IC 95%	<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>R</i> ²
<i>Insight</i>						.02	.23**	.05**
	Fluidez fonológica	.57**	.04	.02	[-.06, .10]			
	Fluidez semántica	.51**	.27**	.14	[.07, .20]			
RAT						.25**	.48**	.23**
	Fluidez fonológica	.57**	.21**	.12	[.06, .18]			
	Fluidez semántica	.51**	.38**	.19	[.13, .25]			

Nota: * $p < .05$; ** $p < .01$.

a: efecto de la edad en las medidas de fluidez; *b*: efecto de las medidas de fluidez en las medidas de creatividad; *axb*: efectos indirectos de la edad en la creatividad a través de la fluidez; *c'*: efecto directo de la edad en las medidas de creatividad; *c*: efecto total de la edad.

En cuanto a la relación, entre las variables mediadoras y la variable dependiente, indicada por el coeficiente *b*, se comprobó que solo la fluidez semántica resultó ser un predictor significativo de las puntuaciones en los problemas *insight*. Sin embargo,

ambas variables mediadoras, fluidez fonológica y semántica, resultaron predictores significativos de las puntuaciones en los problemas RAT.

El efecto directo de la edad (c') resultó significativo en el caso de los problemas RAT, pero no en los problemas *insight*. Esto indica que la fluidez verbal media parcialmente la relación entre la edad y el rendimiento en los problemas RAT y totalmente en el caso de los problemas de *insight*. Estos resultados, apoyan la idea de que la fluidez verbal (ya sea fonológica o semántica) puede ser un elemento mediador importante a la hora de explicar las diferencias relacionadas con la edad en las medidas de creatividad convergente.

6.4. DISCUSIÓN

El objetivo principal del Estudio 2 era examinar los cambios asociados a la edad en distintas medidas de creatividad convergente y divergente, así como determinar el grado de implicación de las funciones ejecutivas y la fluidez verbal a la hora de explicar estas diferencias. Para ello, se utilizaron distintas tareas que permitían evaluar las habilidades de actualización, inhibición y cambio, así como la fluidez verbal en los años de educación obligatoria (educación primaria y secundaria) y en la etapa educativa post-obligatoria de estudios de grado (universidad). Los resultados confirman la existencia de diferencias relacionadas con la edad en todas las medidas ejecutivas y de creatividad utilizadas en el estudio. Además, los cambios asociados a la edad en las funciones ejecutivas y la fluidez verbal explicaban parte de las diferencias en creatividad convergente y divergente.

a) Efectos relacionados con la edad

a1) Cambios asociados a la edad en las funciones ejecutivas

Los resultados muestran que en general se produce un mejor funcionamiento ejecutivo conforme se avanza en las etapas de educación obligatoria, esto es, en secundaria mejoran los resultados con respecto a primaria en las tres funciones ejecutivas analizadas: inhibición, actualización y cambio. Igualmente se registraron mejoras en algunas de las variables analizadas en el alumnado universitario con respecto al alumnado de secundaria y primaria.

En relación con la inhibición, el grupo universitario obtuvo resultados superiores a los grupos de primaria y secundaria, y estos últimos también fueron superiores a los de primaria. En la tarea *Stroop*, el grupo de secundaria mostró resultados superiores a los del grupo de primaria, pero no se observaron diferencias significativas entre secundaria y universidad. De esta manera, el control de la interferencia evaluada a través de la tarea *Stroop* alcanzaría su nivel asintótico en la educación secundaria. Sin embargo, en la tarea *Go no-go* las diferencias se mantienen hasta la edad adulta, con lo que se alcanzaría más tarde el nivel máximo de ejecución. Aunque ambas tareas implican la inhibición, en el caso de la tarea *Go no-go* estaríamos ante mecanismos de supresión de respuestas dominantes, mientras que en la tarea de *Stroop* se trataría de inhibición de información interferente (ver Friedman y Miyake, 2004). Por tanto, las diferencias en los patrones de cada tarea podrían deberse a que captan distintos mecanismos inhibitorios.

En la función ejecutiva de cambio, evaluada con la tarea Número-letra, encontramos en líneas generales un mejor funcionamiento conforme se avanza en las etapas de educación obligatoria. Esto es, el alumnado de primaria mostró un mayor coste de cambio que los de secundaria y de universidad. No encontramos diferencias

significativas entre secundaria y universidad, lo cual apoyaría los resultados informados por otros autores que muestran una maduración temprana de esta función ejecutiva (Anderson, 2002; Cepeda, et al., 2001; Crone et al., 2006). No obstante, en la tarea Más-menos, las diferencias en el coste de cambio eran similares en las tres etapas educativas (primaria, secundaria y universidad), no obteniéndose por tanto diferencias asociadas a la edad. Este resultado podría deberse a la relativa familiaridad del alumnado con las operaciones de sumas y restas, así como su combinación, lo que da lugar a que incluso el grupo de menor edad realice de forma fluida el cambio de una operación a otra.

En lo relativo a la actualización, los resultados obtenidos en la tarea *n-back* indicaron una mejora entre cada una de las tres etapas educativas. Igualmente, en la tarea de actualización numérica, se encontró una proporción menor de aciertos en el grupo de primaria que en los de secundaria y universidad. Sin embargo, en este caso no había diferencias de rendimiento entre los grupos de secundaria y los de universidad. Por tanto, la tarea *n-back* parece ser más sensible para detectar diferencias individuales o asociadas a la edad en la eficacia con la que se actualiza la información.

En resumen, podemos concluir que existen diferencias relacionadas con la edad en las tres funciones ejecutivas analizadas, aunque dependiendo de la tarea específica que se considere, estas diferencias se mantienen hasta la edad adulta o alcanzan su máximo en la adolescencia, o en la adultez temprana. Estos resultados son consistentes con numerosos estudios que muestran que estas funciones ejecutivas mejoran significativamente a lo largo de la niñez y adolescencia (Best y Miller, 2010; Best et al., 2009; Huizinga et al., 2006). Específicamente se han descrito mejoras similares en relación con la inhibición (p.e., Huizinga et al., 2006; Leon-Carrion, et al., 2004), en el cambio (p.e., Crone, et al., 2006; Huizinga et al., 2006), y la actualización (p.e.,

Carriedo, et al., 2016; Lechuga, et al., 2006; Linares et al., 2016).

a2) Cambios asociados a la edad en fluidez verbal

En relación con la fluidez verbal, los resultados mostraron en general mejoras en la fluidez fonológica a lo largo de las tres etapas educativas analizadas (primaria, secundaria y universidad), no obstante, en el caso de la fluidez semántica, el grupo de secundaria obtuvo mejores resultados que el de primaria, pero no se observan diferencias significativas entre aquel y el universitario. Estos resultados concuerdan con otros estudios de fluidez verbal en los que se observan mayores diferencias relacionadas con la edad en fluidez fonológica que en fluidez semántica (Matute et al., 2004; Nieto et al., 2008; Sauzeon et al., 2004).

Sauzeon y colaboradores (2004) defienden que la mejora progresiva en la fluidez fonológica refleja el desarrollo de un componente estratégico de cambio lingüístico, mientras que el avance con la edad en fluidez semántica estaría asociada al enriquecimiento del conocimiento semántico y al acceso más eficaz al mismo. Si esto fuese así, los resultados obtenidos podrían indicar que las mayores diferencias entre los grupos de edad en la tarea fonológica que en la semántica se deberían a que la primera requiere en mayor medida el concurso de procesos ejecutivos.

a3) Cambios asociados a la edad en creatividad.

En nuestro estudio encontramos diferencias relacionadas con la edad en las tres variables de creatividad divergente analizadas (fluidez, flexibilidad y originalidad). Las tres medidas siguieron un patrón similar: se alcanzaba el máximo de desarrollo en la etapa de secundaria, y a partir de ahí no se observaron diferencias con el grupo de mayor edad (universitarios). En cuanto a la creatividad convergente, encontramos

también una mejora relacionada con la edad en el número de problemas resueltos tanto en la prueba RAT como en los problemas de *insight*. No obstante, en los problemas de *insight*, no aparecían diferencias entre los grupos de secundaria y de universidad, mientras que en el RAT el grupo universitario obtenía una ligera ventaja frente al de secundaria.

Existen pocos estudios en los que se haya evaluado de manera conjunta el desarrollo de la creatividad convergente y divergente. Kleibeuker y colaboradores (2013) realizaron el primer estudio en el que se examinaba conjuntamente ambos tipos de creatividad, a través de un amplio rango de edad, desde la adolescencia temprana (12-13 años) a la adultez (25-30 años). Estos autores encontraron un patrón de desarrollo en creatividad convergente evaluada con la prueba RAT similar al obtenido en el presente estudio: mejoras progresivas durante la adolescencia (desde los 12-13 años) hasta la etapa de adultez temprana (18-19 años), en el que se alcanzaba el desarrollo máximo, sin que se observaban diferencias de este último grupo con el grupo de mayor edad (25-30 años). Un patrón similar se observó con problemas de *insight* visual, en los que se comprobó que las diferencias aparecían principalmente entre la etapa de la adolescencia media (15-16 años) y la adultez temprana (18-19 años). En este tipo de problemas sí encontraron mejores resultados en el grupo de adultos respecto a los grupos más jóvenes de adolescentes. En nuestro caso, los cambios más evidentes se producen entre primaria y secundaria, aunque después hay una leve mejora al final de la adolescencia (grupo de universidad) circunscrita a los resultados en la prueba RAT.

Respecto a la creatividad divergente, los resultados de Kleibeuker y colaboradores (2013) contrastan parcialmente con los obtenidos en este estudio. Utilizando una tarea similar de pensamiento divergente verbal a la utilizada en nuestro estudio, estos autores no encontraron diferencias relacionadas con la edad ni en las

medidas de fluidez ni en la de flexibilidad; sí detectaron diferencias en la medida de originalidad, siendo el grupo de adolescentes menos original en sus respuestas que el grupo adulto, aunque los primeros tampoco se diferenciaban en originalidad de los adultos jóvenes (18-19 años). Otros estudios tampoco encuentran diferencias entre adolescentes y adultos jóvenes en pensamiento divergente (Wu, Cheng, Ip y McBride-Chan, 2005). Sin embargo, Besançon y Lubart (2008), Maker, Jo y Muammar (2008) o Mouchiroud y Lubart (2002), sí informan de mejoras durante la niñez hasta la adolescencia en las medidas de creatividad divergente. Puede que una razón para estas discrepancias sea que justo en la adolescencia es cuando se produce el máximo en el desarrollo de la creatividad divergente, de manera que en algunos estudios aparecerían diferencias relacionadas con la edad y en otros no, dependiendo de la edad, la experiencia de los participantes y el desarrollo del control ejecutivo entre otros factores (Kleibeuker, De Dreu, y Crone, 2016).

Los resultados obtenidos en nuestro estudio indican, a grandes rasgos, un patrón similar en el desarrollo de ambos tipos de creatividad. En general, podemos concluir que se producen un mejor rendimiento creativo conforme se progresa en el sistema educativo (y por lo tanto en edad) tanto en las medidas de creatividad convergente como en las medidas de creatividad divergente. De este modo, el alumnado de primaria mostró ejecuciones más bajas (fue menos creativo) con respecto al de secundaria en las principales variables incluidas en el estudio. Sin embargo, aunque con alguna excepción (como en la prueba RAT), no encontramos diferencias significativas entre los grupos de secundaria y universidad en la mayoría de las pruebas realizadas.

Entre los factores que pueden contribuir a las mejoras en creatividad relacionadas con la edad se encuentra el incremento en la experiencia y el aumento en el conocimiento semántico que se produce durante estas etapas tempranas del desarrollo

(Kleibeuker et al., 2013). Además, la niñez y la adolescencia son períodos en los que los individuos mejoran sus destrezas cognitivas, entre ellas las funciones ejecutivas, que están relacionadas con las diferencias individuales en la ejecución de otras destrezas complejas (Casey, Jones y Hare, 2008; McAuley y White, 2011; Steinberg, 2005), como la creatividad.

Con respecto al tema de la disparidad de resultados informados por la literatura, sobre la linealidad o no del desarrollo de la creatividad, los resultados de nuestro estudio parecen apoyar la idea de un desarrollo gradual conforme se avanza en edad. Esto estaría en consonancia con los resultados obtenidos en estudios que defienden cambios progresivos conforme el individuo madura y gana experiencia (Crone y Dahl, 2012; Huizinga y van der Molen, 2007). No obstante, debe considerarse que las características del método utilizado en nuestro estudio, en el que se han utilizado tres cohortes representativas de las distintas etapas educativas estudiadas, no ha permitido un análisis más preciso de todos los cursos y edades comprendidas en las citadas etapas, por lo que no se puede desechar la idea de la “no linealidad”, esto es, la posible existencia de fases o momentos de cambios en creatividad y otros de mayor estabilidad.

b) La relación entre funciones ejecutivas y creatividad

El objetivo principal de este estudio era analizar el papel mediador de las funciones ejecutivas a la hora de explicar las diferencias observadas en la creatividad. Para ello, examinamos en primer lugar las relaciones entre las medidas utilizadas para evaluar las funciones ejecutivas y las utilizadas para evaluar la creatividad. En general, nuestros resultados muestran que las funciones ejecutivas de inhibición y actualización son las que tienen una relación más consistente con las medidas de creatividad, y principalmente con aquellas de naturaleza convergente.

b1) La relación entre inhibición y creatividad

En nuestros análisis, observamos, en general, correlaciones significativas de las medidas de inhibición tanto con las medidas de creatividad divergente (con excepción de la fluidez creativa), como con las de creatividad convergente. Esta relación era más fuerte en la tarea *Go no-go*, especialmente con la ejecución en la prueba RAT. No obstante, cuando se controlaba el efecto de la edad, la mayoría de estas correlaciones dejaban de ser significativas y las únicas que se mantenían eran aquellas con las medidas de creatividad convergente, especialmente con la prueba RAT. Esta mayor relación con las pruebas de creatividad convergente, especialmente con la RAT, podría deberse a que, para la resolución de este tipo de tareas, por su propia naturaleza convergente, precisaría de un mecanismo para desechar (inhibir) las respuestas poco relevantes para la resolución del problema y que permitiera prestar atención a aquellos que sí son relevantes. Esta idea, se vería apoyada por el hecho de que ambas tareas, RAT y *Go no-go*, mantienen un comportamiento similar en las tres etapas educativas estudiadas; esto es, una mejor ejecución en ambas en secundaria que en primaria, y en universidad que en secundaria y primaria.

Así pues, los resultados obtenidos, lejos de apoyar la idea de que las personas creativas se caracterizan por una deficiente inhibición cognitiva y conductual (Dorfman et al., 2008; Eysenck, 1995; Martindale, 1999), apuntan en la dirección opuesta; esto es, se caracterizarían por mostrar un buen funcionamiento inhibitorio, pudiendo por tanto modular el enfoque atencional en función de las demandas de la tarea (Benedeck et al., 2012). Es decir, son capaces de prestar una mayor atención a aspectos poco destacados, pero de gran relevancia, y obviar otros más dominantes, pero menos relevantes, lo que es consistente con los resultados de otros estudios (p.e., Benedek, et al., 2012; Groborz

y Necka, 2003; Nusbaum y Silvia, 2011; Zabelina, et al., 2012). Sin embargo, Zhao y colaboradores (2021) no encontraron ninguna relación en adolescentes entre su medida combinada de inhibición y las distintas medidas de creatividad divergentes y convergente. Como hemos visto, en nuestro estudio se observa relación de las puntuaciones en tarea *Go no-go*, pero no con las de la tarea Stroop, tanto con la creatividad convergente como la divergente. Es posible que en el estudio de Zhao y colaboradores (2021), el uso de una medida combinada de distintas tareas inhibitorias (tarea Stroop, tarea de flancos y *Go no-go*), pudiera enmascarar la posible relación específica entre la inhibición y la creatividad. De hecho, en nuestros resultados, el tipo de inhibición implicada en la tarea *Go no-go* es la que muestra relación con la creatividad.

b2) La relación entre cambio y creatividad

Con respecto a la *función ejecutiva de cambio*, si bien hay estudios que muestran la posible relación entre creatividad y flexibilidad de pensamiento como un proceso cognitivo relacionado con la función ejecutiva de cambio (Nusbaum y Silvia, 2011; Pan y Yu, 2016; Zabelina, 2018), nosotros no encontramos evidencias de dicha relación, en ninguna de las variables de la creatividad divergente, entre ellas la flexibilidad creativa. Sólo resultó significativa la correlación entre una de las tareas de cambio y la prueba de creatividad convergente RAT, pero una vez controlado el efecto de la edad no alcanzó la significación estadística.

Así pues, la función ejecutiva de cambio no resultó asociada a la creatividad en nuestro estudio. No obstante, es posible que las diferentes formas de entender y medir el cambio puedan explicar las discrepancias mostradas en la literatura, incluidas las de nuestro estudio. Por ejemplo, Zabelina y colaboradores (2019), usaron un auto-informe

de logros creativos. Por su parte, Nusbaum y Silvia (2011), utilizaron otro tipo de medida consistente en registrar el número de respuestas dadas por los participantes, y dentro de estas, el número de cambios o categorías semánticas distintas emitidas en dichas respuestas. Nosotros, como ya hicieran Benedek y colaboradores (2014), evaluamos el cambio por medio de tareas de cambio clásicas en la literatura de funciones ejecutivas como son la tarea Número-letra a la que añadimos la Más-menos. Los resultados presentes coinciden con los de Benedek y colaboradores (2014) al no detectar asociación entre las medidas de cambio y la creatividad. Por su parte, Zhao y colaboradores (2021), tampoco obtienen relaciones significativas entre la función ejecutiva de cambio y creatividad en adolescentes. Sin embargo, Pan y Yu (2016) obtuvieron correlaciones positivas entre algunas de las tareas de cambio utilizadas, pero no en otras, y los aspectos cuantitativos de la creatividad divergente (fluidez y flexibilidad), aunque no con la medida cualitativa de originalidad. Estos resultados y los de nuestro estudio parecen indicar por tanto que la función ejecutiva de cambio no parece determinante a la hora de explicar las diferencias individuales en las medidas de creatividad. Se puede concluir, por tanto, que la función ejecutiva de cambio no parece determinar las diferencias individuales en las medidas de creatividad.

b3) La relación entre actualización y creatividad

En lo referente a la función ejecutiva de actualización, los resultados indicaron una relación significativa entre el rendimiento en las tareas de actualización y las medidas de creatividad, tanto de naturaleza divergente (con excepción de nuevo de la medida de fluidez creativa) como convergente. Dichos resultados apoyarían lo encontrado en estudios con muestras de personas adultas como el de Benedek y colaboradores (2014), quienes observaron que la actualización, medida a través de una

tarea *2-back*, explicaba parte de la varianza en puntuaciones en una tarea de creatividad divergente. Nuestros resultados van en la línea de los obtenidos por Zhao y colaboradores (2021) con adolescentes, en los que también se obtiene que la actualización es la función ejecutiva con mayor relación tiene con las medidas del pensamiento creativo, y especialmente las de naturaleza convergente.

Las tareas de creatividad convergente implican situaciones abiertas, pobremente definidas, con una aparente falta de datos relevantes, y que requieren por tanto para su solución cierta reestructuración. Para esta reestructuración se precisa pensamiento convergente, esto es, un análisis lógico de valoración de la insuficiencia de datos de la formulación inicial, y la búsqueda y verificación de nuevas formulaciones, hasta llegar a una solución única y original, como solución del problema (Medin y Aguilar, 1999). En este proceso de búsqueda se necesita la actualización constante la memoria de trabajo. Esto explicaría las correlaciones observadas entre las tareas de actualización y las medidas de razonamiento convergente, especialmente en la prueba RAT. Además, una vez controlado el efecto de la edad, seguían manteniéndose correlaciones significativas entre la actualización, especialmente en la tarea *n-back*, y las medidas de creatividad convergente, lo cual remarca la importancia de esta función ejecutiva para este tipo de creatividad.

En resumen, cuando se han examinado de manera conjunta la relación de las tres funciones ejecutivas con la creatividad divergente y convergente, los resultados muestran que las medidas de creatividad se explicaban principalmente por las variables de actualización e inhibición, pero no por la función de cambio. Además, parece que es la actualización la que más se relacionaba con las puntuaciones de creatividad, lo que concuerda con los escasos estudios disponibles en los que se examina conjuntamente las tres funciones ejecutivas (Benedek et al., 2014; Zhao et al. 2021).

En conclusión, las funciones ejecutivas de actualización e inhibición son las que más relación tienen con las medidas de creatividad, principalmente con las medidas de creatividad convergente, incluso cuando se controla el efecto de la edad en esta relación.

b4) La relación entre fluidez verbal y creatividad

En nuestro estudio encontramos que las medidas de fluidez semántica y fonológica estaban altamente relacionadas con las medidas de creatividad convergente (*insight* y RAT) y creatividad divergente (fluidez, flexibilidad y originalidad), incluso una vez que se controlaba parcialmente el efecto de la etapa educativa en esta relación.

Estos resultados van en la línea de los obtenidos por otros estudios en los que también se ha encontrado una relación consistente entre las medidas de fluidez verbal y creatividad (Dygert y Jarosz, 2020; Lee y Therriault, 2013; Nusbaum y Silvia, 2011; Silvia, Baty y Nusbaum, 2013). Como hemos comentado en las secciones previas, la fluidez verbal parece explicar una parte importante de las diferencias individuales en pensamiento divergente (Benedek et al., 2012). Lee y Therriault (2013) constataron que la fluidez verbal predecía tanto el pensamiento divergente como el convergente, aunque se obtuvo una mayor relación en las medidas de creatividad convergente (tarea RAT y resolución de problemas tipo *insight*), como ocurre en los resultados obtenidos en nuestro estudio.

Las asociaciones encontradas entre la fluidez verbal y las distintas medidas de pensamiento divergente y convergente aportan una información muy interesante respecto a los procesos subyacentes a la conducta creativa (Lee y Therriault, 2013), sobre todo porque la fluidez verbal se relaciona con dos tipos distintos de procesamiento creativo: la generación de ideas novedosas e inusuales (proceso divergente) y la combinación de ideas distantes entre sí para identificar una solución correcta (proceso convergente).

Los resultados de Dygert y Jarosz (2020) apoyan la idea de que tanto los procesos ejecutivos (de memoria de trabajo) como los procesos de fluidez son mecanismos clave a la hora de explicar el rendimiento en las tareas creativas. Sus resultados muestran que ambos tipos de procesos aportan una explicación única a la varianza obtenida en las puntuaciones en las tareas creativas. Aunque la fluidez verbal no explica el factor de creatividad general, afecta de forma única a los dos tipos de pensamiento creativo, explicando una cantidad sustancial de varianza no compartida con las medidas de memoria de trabajo. Así pues, estos autores consideran que sus resultados proporcionan apoyo a la teoría del procesamiento dual en el pensamiento creativo (Benedek y Jauk, 2017; Gilhoolet al., 2007; Lee y Therriault, 2013). Los resultados del presente estudio son coherentes con este planteamiento. Además, comprobamos que la capacidad de recuperación eficaz de información de la memoria puede mediar las diferencias de edad en el pensamiento creativo, tanto convergente como divergente.

c) La mediación de las funciones ejecutivas y la fluidez en la relación entre edad y creatividad

Como se ha comentado en secciones anteriores, un objetivo central de este estudio era valorar el papel mediador que las funciones ejecutivas y la fluidez podían tener a la hora de explicar las diferencias relacionadas con la edad obtenidas en las distintas medidas de creatividad. Se observó que la edad se relacionaba de forma significativa con las variables mediadoras (funciones ejecutivas) a excepción de las puntuaciones en la tarea de cambio más-menos. El coeficiente mayor se obtuvo con la tarea de inhibición *Go no-go*, seguido por la tarea de actualización *n-back*. Es decir, en estas tareas, la edad tenía un mayor efecto en la ejecución. La edad también mostraba

una relación clara con las medidas de fluidez verbal. A continuación se describen los resultados de los análisis.

c1) Mediación de las funciones ejecutivas entre la edad y la creatividad divergente

Cuando analizamos el tipo de relación entre las variables potencialmente mediadoras (funciones ejecutivas) y las medidas de creatividad divergente, los resultados mostraron que ninguna de las tareas ejecutivas predecía de manera significativa la ejecución en las medidas de este tipo de creatividad (fluidez, flexibilidad y originalidad). No obstante, en el caso de la originalidad sí parece haber un cierto efecto mediador (efecto indirecto, *axb*) de la actualización medida con la tarea *n-back* (véase Tabla 11), lo cual aportaría indicios para pensar que para que se dé una idea original, es necesario, entre otras cosas, actualizar la información inicialmente disponible, usual y quizá poco relevante, por otra menos frecuente y más sorprendente, y a la vez relevante y útil para un determinado contexto.

c2) Mediación de las funciones ejecutivas entre la edad y la creatividad convergente

Al analizar el tipo de relación entre las funciones ejecutivas y las medidas de creatividad convergente comprobamos que la actualización predecía el nivel de ejecución en este tipo de creatividad. En las pruebas de *insight*, la actualización mediaba completamente las diferencias relacionadas con la edad. De esta manera, el efecto total de la edad (*c*) dejaba de ser significativo, a la vez que resultaban significativos los efectos mediadores de ambas tareas de actualización (coeficientes *axb*). Por su parte, en los problemas RAT, la actualización y la inhibición mediaban solo parcialmente el

efecto de la edad, dado que el efecto directo continuaba siendo significativo una vez descontado el efecto indirecto de estas funciones ejecutivas.

Como conclusión podemos decir, que nuestros resultados apoyan la idea de que la niñez, adolescencia y juventud son fases del desarrollo en las que mejora el funcionamiento ejecutivo, y que estas mejoras están relacionadas, a su vez, con las mejoras en la creatividad. Así mismo, el papel de las funciones ejecutivas es diferente en la creatividad convergente y divergente. Nuestros resultados muestran que la actualización y la inhibición, si bien esta última en menor medida, explican parte de las diferencias relacionadas con la edad en la creatividad de naturaleza convergente. De hecho, la actualización, la inhibición y la creatividad convergente continúan desarrollándose a lo largo de estas etapas y no alcanzan su máximo hasta la adultez temprana (etapa universitaria). Sin embargo, estas funciones ejecutivas no parecen explicar las diferencias relacionadas con la edad en las diferentes medidas de creatividad divergente.

c3) Mediación de la fluidez verbal entre la edad y la creatividad divergente

Nuestros resultados indican que la fluidez verbal se relaciona con las tres medidas de pensamiento creativo divergente (fluidez creativa, flexibilidad creativa y originalidad). En todos los casos se registró una mayor relevancia de la fluidez semántica con respecto a la fonológica. Por otro lado, las diferencias entre los grupos de edad en originalidad y flexibilidad quedaban explicadas en su totalidad por las medidas de fluidez verbal, es decir, la fluidez verbal mediaba completamente las diferencias asociadas a la edad en flexibilidad creativa y la originalidad.

En el caso de la fluidez creativa se comprobó un patrón de mediación inconsistente, ya que, por un lado, aparecía un efecto de la edad positivo mediado tanto

por la fluidez fonológica como por la semántica y, por otro lado, un efecto directo de la edad negativo. Este patrón mediacional anómalo podría explicarse asumiendo dos efectos contrapuestos asociados a la edad. Por una parte, a medida que aumenta la edad, las personas tienden a recuperar más palabras, lo que contribuye a que también generen más respuestas en la prueba de creatividad. En contraposición, a medida que aumenta la edad las personas podrían volverse más cautas y evaluar más la pertinencia de sus respuestas, lo que contribuiría a que den menos soluciones, si bien éstas serían más originales y de categorías más dispares. Ambas tendencias opuestas darían lugar a la mediación inconsistente y al efecto nulo total de la edad observados.

c4) Mediación de la fluidez verbal entre la edad y la creatividad convergente

Nuestros resultados indicaron que la fluidez verbal se relacionaba con el pensamiento creativo convergente, en las medidas de *insight* y de la prueba RAT. No obstante, mientras que las puntuaciones en la prueba RAT estaban relacionadas con las puntuaciones en ambas medidas de fluidez, la puntuación en los problemas de *insight* lo hacía sólo con la fluidez semántica, pero no con la fonológica.

Profundizando más en la naturaleza de esta relación, en cuanto a los efectos mediadores de la fluidez verbal, encontramos que ésta mediaba parcialmente las diferencias relacionadas con la edad en las puntuaciones del RAT. Así pues, tanto el efecto mediador, como el efecto directo de la edad resultaron significativos, lo que indica que una parte de la relación entre la edad y la creatividad convergente se debe a otros factores distintos de la fluidez. Finalmente, la fluidez semántica mediaba completamente la relación entre la edad y las puntuaciones en los problemas de *insight*. Estos resultados podrían sugerir una mayor relevancia del desarrollo semántico que el fonológico en las diferencias relacionadas con la edad en este tipo de problemas.

Conclusiones. Efectos de las variables mediadoras en la creatividad

Como reflexión final, podemos concluir que las funciones ejecutivas de actualización e inhibición desempeñan un papel importante en la creatividad de naturaleza convergente, pero en menor medida en la creatividad divergente. Por otro lado, la capacidad de recuperación eficaz de información de la memoria, que va aumentando durante el desarrollo (Lee y Bull, 2013; Luciana, Conklin, Hooper, y Yarger, 2005), puede ser un elemento clave subyacente al desarrollo del pensamiento creativo, tanto convergente como divergente. Esta capacidad de recuperación, se captaría a través de las tareas de fluidez verbal que se vienen usando desde hace mucho tiempo en la investigación neuropsicológica para valorar el funcionamiento ejecutivo en población adulta (Henry, Crawford, y Phillips, 2004) e infantil (e.g., Nieto, Galtier, Barroso y Espinosa, 2008; Matute et al., 2004).

Así pues, nuestros resultados, vienen a apoyar a lo encontrado por autores como Beaty, Silvia, Nusbaum, Jauk y Benedek (2014), Dygert y Jarosz (2020), o Zabelina, Robinson, Council y Bresin, (2012), esto es, que los procesos asociativos y ejecutivos predicen el pensamiento creativo. Por tanto, para que ocurra el pensamiento creativo, además de poder acceder los elementos asociativos remotos, se precisa de la combinación de estos conceptos distantes de una manera adecuada, inhibiendo la información no relevante, y actualizando la información relevante, lo cual supone un procesamiento ejecutivo.

CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN GENERAL

En este trabajo se han examinado los cambios que se producen en distintas modalidades de pensamiento creativo (divergente y convergente) a lo largo de diferentes etapas educativas (primaria, secundaria y universidad), así como su relación con los cambios en el funcionamiento ejecutivo y procesos asociativos de fluidez verbal.

El objetivo primero de esta Tesis era elaborar una adaptación de la prueba RAT para poder ser utilizada en población española de distintas edades. Para ello, elaboramos un conjunto de problemas tipo RAT (tres palabras clave relacionadas con una cuarta palabra solución) y los validamos en estudiantes de primaria, secundaria y universidad. Los resultados mostraron que el conjunto de problemas desarrollados tenía una buena consistencia interna además de una buena validez de constructo y validez discriminante respecto a los supuestos procesos de pensamiento subyacentes a la misma. Así pues, la batería de problemas elaborados mostró una débil relación con los indicadores de pensamiento divergente, obtenidos mediante la tarea de usos inusuales de Guilford (1967). Por otra parte, se registró una relación positiva y consistente con la resolución de problemas tipo *insight* (pensamiento convergente). Estos resultados coinciden con los obtenidos en otras adaptaciones de la prueba RAT a otros contextos culturales o

lingüísticos como al chino (Shen, et al., 2016; Wu y Chen, 2017), al holandés (Chermahini et al., 2012), o al italiano (Salvi et al., 2016).

Junto a lo anterior, se han comprobado diferencias asociadas a la edad en la resolución de los distintos tipos de problemas, de manera que el número de problemas resueltos aumentaba significativamente con la edad. Así, los estudiantes de primaria resolvían menos problemas que los de secundaria y éstos, a su vez, menos que los de universidad. En conclusión, los problemas elaborados permitían detectar diferencias relacionadas con la edad en la resolución de este tipo de problemas de creatividad convergente.

El segundo objetivo de la Tesis fue evaluar simultáneamente los cambios asociados a la edad en distintas medidas de creatividad convergente y divergente. Para ello, se valoró la actuación del estudiantado de educación primaria, secundaria y universitarios en diferentes pruebas de creatividad.

En la creatividad de naturaleza divergente, encontramos, en general, mejores resultados en el alumnado de universidad y secundaria que en el de primaria, pero no se hallaron diferencias significativas entre secundaria y universidad. Estos resultados están en consonancia con lo obtenido en otros estudios en los cuales también informaron de mejoras en creatividad divergente entre los estudiantes de primaria hasta la adolescencia temprana (p.e., Besançon y Lubart, 2008; Maker, Jo, y Muammar, 2008; Mouchiroud y Lubart, 2002; Runco y Bahleda, 1986), pero no entre adolescentes y adultos jóvenes (Wu, Cheng, Ip y McBride-Chang, 2005). Sin embargo, nuestros resultados contrastan con los obtenidos en los estudios de otros autores (Kleibeuker et al., 2013; Krumm et al., 2015; Smith y Carlsson, 1990), en los que se encontró una mayor originalidad en personas adultas jóvenes que en adolescentes. Diferencias en los periodos concretos de edad comparados, particularmente en la etapa de la adolescencia, podrían estar a la base

de estas discrepancias. Considerando nuestros resultados podemos concluir que en las medidas de creatividad divergente se alcanza el máximo en rendimiento en la etapa de educación secundaria, no observándose mejoras en la población adulta joven.

Respecto a la creatividad de naturaleza convergente, encontramos que en la resolución de problemas de *insight*, el alumnado de secundaria mostraba mejores resultados que el de primaria, pero no se observaban diferencias entre secundaria y universidad. Sin embargo, en la prueba RAT se registró una mejora a lo largo de las tres etapas educativas, tal y como también se obtuvo en el estudio de Kleibeuker y colaboradores (2013). Por tanto, parecen posibles ciertas mejoras en la capacidad de creatividad convergente hasta el final de la adolescencia e inicio de la juventud, al menos en algunas medidas.

En líneas generales podemos concluir que la creatividad divergente, tal y como se ha evaluado en este estudio, parece alcanzar su asíntota de desarrollo en la adolescencia, mientras que la convergente podría continuar mejorando, aunque de forma menos acusada incluso hasta la edad adulta. Varios factores pueden estar contribuyendo a estas diferencias en las trayectorias de desarrollo en la creatividad divergente y convergente. Como señalan Kleibeuker y colaboradores (2013), este patrón diferente es probable que esté relacionado con el prolongado desarrollo de las funciones ejecutivas implicadas en el control cognitivo. Las distintas funciones ejecutivas pueden estar más o menos relacionadas con las distintas medidas específicas de creatividad dependiendo de la edad del individuo y del correspondiente estado de desarrollo cognitivo. Por ejemplo, una función ejecutiva específica que no está todavía completamente desarrollada puede no estar significativamente relacionada con alguna medida de creatividad en un momento evolutivo determinado, aunque esa misma función pueda ser determinante en individuos mayores, con un desarrollo cognitivo pleno (Zhao et al., 2021).

El tercer objetivo de esta Tesis fue precisamente determinar si las diferencias asociadas a la edad en la creatividad están mediadas por la maduración del funcionamiento ejecutivo que ocurre durante la niñez, adolescencia y juventud. Para ello analizamos en primer lugar los cambios asociados a la edad en las funciones ejecutivas. Los resultados mostraron que en general se produce un mejor funcionamiento ejecutivo conforme se avanza en las etapas de educación obligatoria, esto es, en secundaria mejoran los resultados con respecto a primaria en las tres funciones ejecutivas analizadas: inhibición, actualización y cambio. Estos resultados son consistentes con numerosos estudios que muestran que las funciones ejecutivas mejoran significativamente a lo largo de la niñez y adolescencia (Best y Miller, 2010; Best et al., 2009; Huizinga et al., 2010). Nuestros resultados también mostraron que las funciones ejecutivas de inhibición y actualización continuaban mejorando hasta la edad adulta (universidad), en algunas de las tareas utilizadas.

Una vez determinada esta mejora relacionada con la edad en las funciones ejecutivas, se pasó a comprobar en qué medida la misma explicaba las diferencias observadas en la creatividad entre los estudiantes de primaria, secundaria y universidad. Los resultados obtenidos muestran que las funciones ejecutivas se relacionan de forma diferente con cada tipo de creatividad: convergente y divergente. Así, el funcionamiento ejecutivo no contribuía a explicar las diferencias relacionadas con la edad encontradas en las medidas de creatividad divergente. Sin embargo, esta situación cambia cuando examinamos la creatividad de naturaleza convergente: tanto la actualización como la inhibición median las diferencias relacionadas con la edad observadas en la creatividad convergente. Por tanto, estas funciones, no solo se relacionan con la creatividad convergente, sino que además podrían explicar las diferencias asociadas a la edad.

De este modo, las mejoras en este tipo de creatividad podrían deberse a que con el aumento de edad las personas son más competentes al actualizar e inhibir la información. Nuestros resultados son consistentes con otros estudios que muestran que tanto la inhibición (p.e., Huizinga et al., 2006; León-Carrión et al., 2004), como la actualización (p.e., Carriedo, et al., 2016; Lechuga, et al., 2006; Linares et al., 2016; Pelegrina et al., 2015, 2020), mejoran significativamente a lo largo de la niñez y adolescencia. La mayor relación de la inhibición y la actualización con la creatividad de naturaleza convergente, podría deberse a que la propia naturaleza convergente de la misma, pues ésta precisaría de mecanismos para poder excluir los resultados poco relevantes para la resolución del problema creativo (inhibición), y permitir la reconsideración de aquellos que sí se van estimando como relevantes para la resolución del mismo (actualización). Esta idea, se vería apoyada en nuestro estudio, si tenemos en cuenta la similitud de comportamiento de ambos tipos de variables (ejecutivas y creativas), dado que tanto las tareas, RAT, como la *n*-back y la *Go no-go*, muestran mejoras progresivas en las tres etapas educativas estudiadas; esto es, una mejor ejecución en secundaria que en primaria, y en universidad que en secundaria y primaria.

El último objetivo de esta Tesis era evaluar el papel mediador que pudiera tener la fluidez verbal en los cambios asociados a la edad en creatividad. Partimos de estudios, como los de Lee y Bull (2013), o Luciana, Conklin, Hooper, y Yarger (2005), en los que se informa de mejoras durante el desarrollo en la fluidez de recuperación de información de la memoria, y que esta podría ser un elemento de apoyo al desarrollo del pensamiento creativo (Carroll, 1993). Encontramos que, de modo general, se producen mejoras en la fluidez verbal a lo largo de las tres etapas educativas estudiadas. No obstante, en la fluidez semántica, se registraron mejoras en el grupo de secundaria con respecto al de primaria, pero no entre secundaria y universidad, lo cual sería coherente

con lo informado en estudios como los de Matute y colaboradores (2004), Nieto y colaboradores (2008) o Sauzeon y colaboradores (2004).

Cuando analizamos la relación de la fluidez verbal (fonológica o semántica) con la creatividad, encontramos que ésta se relacionaba con las tres medidas de pensamiento creativo divergente (fluidez creativa, flexibilidad creativa y originalidad), lo cual estaría en consonancia también con los obtenidos en estudios como los de Dygert y Jarosz (2020), Lee y Therriault (2013), Nusbaum y Silvia (2011) o Silvia, Baty y Nusbaum (2013). Además, las medidas de fluidez verbal explicaban las diferencias asociadas a la edad en originalidad y flexibilidad, demostrando el importante papel de esta variable en la ejecución creativa.

En cuanto a los efectos mediadores de la fluidez verbal en la creatividad convergente, se observó que ésta mediaba parcialmente las diferencias relacionadas con la edad en las puntuaciones del RAT. Esto es, parte de las diferencias relacionadas con la edad en la creatividad convergente se explican por la fluidez verbal (fonológica y semántica). Sin embargo, solo la fluidez semántica mediaba completamente la relación entre la edad y el rendimiento en los problemas de *insight*, lo cual podría sugerir una mayor relevancia de la faceta semántica que de la fonológica en las diferencias relacionadas con la edad en este tipo de problemas.

De este modo, podemos considerar que la fluidez verbal explica parte de las diferencias relacionadas con la edad tanto en las medidas de pensamiento divergente como en las medidas de pensamiento convergente, si bien como en el caso de las funciones ejecutivas, observamos una mayor relación con las medidas de creatividad convergente. Por tanto, la capacidad de buscar estratégicamente en la memoria y recuperar la información de manera rápida y eficaz parece desempeñar también un papel importante en la producción de ideas creativas.

Como reflexión final, podemos concluir que las funciones ejecutivas y los procesos implicados en la fluidez verbal están implicados en diferentes grados en los procesos creativos de naturaleza divergente y convergente. Las diferentes trayectorias de desarrollo de la creatividad divergente y convergente pueden explicarse, al menos en parte, por los distintos ritmos de desarrollo de los procesos cognitivos implicados en cada una de las medidas de creatividad evaluadas. Se comprueba así que las funciones ejecutivas median las diferencias relacionadas con la edad en creatividad, dependiendo de la medida de creatividad evaluada, de la edad de los individuos y del correspondiente nivel de desarrollo cognitivo. Podemos suponer, además, que las funciones ejecutivas de inhibición y actualización explican parte de las diferencias relacionadas con la edad observadas en la creatividad de naturaleza convergente. Sin embargo, en la creatividad divergente, estas funciones ejecutivas no contribuyen a explicar las diferencias relacionadas con la edad, como sí que lo hace la fluidez verbal. Parece pues que la eficacia en la recuperación de información de la memoria es un aspecto determinante en el desarrollo de la creatividad divergente. A medida que aumenta la experiencia y el conocimiento, las representaciones y asociaciones entre conceptos relacionados en la memoria ganan en complejidad, favoreciendo su integración semántica (Bjorklund, 1987). La variabilidad en experiencias y conocimientos de los adultos y adolescentes pueden contribuir a explicar parte de las diferencias en creatividad.

En definitiva, nuestros datos respaldan la idea de que la niñez, adolescencia y, en menor medida, la juventud son fases del desarrollo en los que los individuos mejoran ciertas capacidades cognitivas, entre ellas las funciones ejecutivas y la fluidez verbal, y que estas mejoras explican parte de las diferencias individuales en la ejecución en otras capacidades cognitivas, tales como la creatividad.

LIMITACIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE ESTUDIO

Limitaciones

Una de las limitaciones de nuestro estudio ha podido ser la configuración de la muestra utilizada en el mismo. Se estableció una estructura de tres cohortes representativas de otras tantas etapas educativas: educación primaria, secundaria y universidad (5º y 6º de educación primaria, 3º y 4º de educación secundaria obligatoria, y 3º curso de grado). Si se hubiera utilizado una muestra más amplia: educación infantil, alumnado de todos los niveles de primaria (de 1º a 6º curso), de todos los niveles de secundaria (de 1º a 4º curso), y de todos los niveles de grado (de 1º a 4º curso), así como participantes de mayor edad (fuera del sistema educativo), se podría haber obtenido datos más detallados de toda la trayectoria de desarrollo, lo que permitiría ampliar y precisar más las conclusiones en cuanto a los cambios que tienen lugar con la edad los distintos tipos de creatividad. Así mismo, podrían haber aportado información sobre cuestiones tales como posibles patrones de cambio (e.g., aumentos o estancamientos) de las variables estudiadas, a saber: funciones ejecutivas (inhibición, cambio y actualización), fluidez verbal (fonológica y semántica) y creatividad (divergente y convergente).

Otra posible limitación de este trabajo ha podido ser el haberse centrado de modo exclusivo en la creatividad verbal, y su evaluación desde unos criterios estrictamente objetivos. Así pues, la incorporación de otras manifestaciones de creatividad, por ejemplo, la gráfica, así como otras medidas de creatividad más subjetivas, tales como medidas de autovaloración, el informe del profesorado y/o personas expertas en el estudio de la creatividad, hubiesen contribuido a aportar más información de la ofrecida por este estudio sobre los constructos analizados.

Líneas futuras de estudio

Dada la complejidad del fenómeno de la creatividad no es factible abordar todas sus facetas en un solo estudio. Así pues, esta Tesis, además de lo mencionado hasta ahora, no contempla otras importantes cuestiones, posiblemente implicadas en la génesis y desarrollo de la creatividad, las cuales deberían tratarse también en futuras investigaciones. Una de ellas podría ser el análisis de la relación entre inteligencia (fluida y cristalizada) y creatividad (divergente y convergente) en las diferentes etapas de desarrollo, dado que algunos autores han propuesto una relación entre inteligencia y creatividad que podría ser diferente en según que niveles (Ferrando, Prieto, Ferrándiz y Sánchez, 2005). Otro tema interesante podría ser el estudio de la implicación diferencial de inteligencia versus funciones ejecutivas en la creatividad, si tenemos en cuenta que la inteligencia se relaciona con las funciones ejecutivas, principalmente con la actualización. Aunque sabemos que la inteligencia fluida y la actualización están altamente relacionadas, hay algunos autores que han llegado a cuestionar si son la misma cosa (Beaty, Silvia, Nusbaum, Jauk y Benedek, 2014; Lee y Therriault, 2013).

Por último, otra interesante línea de investigación sería el estudio de la implicación de variables de personalidad, sociales y contextuales (familia, escuela, estilos educativos y de crianza, etc.) en la aparición y desarrollo de la creatividad (Niu, 2007). Así pues, la influencia que pueda tener la sociedad, familia y escuela en sus prácticas educativas, en la estimulación o castigo de la conducta creativa, podría estar influyendo tanto en la manifestación como en las posibilidades de conductas creativas y/o en los productos creativos reales (Menchén Bellón, 2015; Monreal, 2000; Sternberg y Lubart, 1997). De este modo, el contexto cultural en el que nos desenvolvemos, los valores y prácticas educativas comúnmente aceptadas, junto los ambientes familiares de

crianza, podrían ser factores importantes, potenciadores o inhibidores, de la aparición y desarrollo del potencial creativo (Mourgues, Barbot, Tan, y Grigorenko, 2014).

Como reflexión final y síntesis de lo comentado hasta ahora, me gustaría enfatizar la necesidad de seguir profundizando en el complejo fenómeno de la creatividad. En la necesidad de desarrollar futuras investigaciones en las que se profundice en la información aportada en el trabajo aquí presentado, en las carencias del mismo, y en los nuevos interrogantes que podrían surgir a partir del mismo. La conveniencia de nuevos estudios que incorporen otras variables distintas a las tratadas en este trabajo; algunas de ellas, de carácter cognitivo, y otras más de naturaleza socioeducativa. Sería por tanto interesante para poder conocer con mayor profundidad el fenómeno de la creatividad, analizar variables de tipo personal (cognitivas, emocionales, patrones de personalidad, etc...), de naturaleza social (entorno, familia, escuela) y de características contextuales, esto es, las circunstancias en la que la creatividad puede desarrollarse, en la ocasión (o no) de que se den estas circunstancias, en la oportunidad (o no) de generar productos creativos, y en la disponibilidad de recursos para poder hacerlo.

REFERENCIAS

- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial short-term and working memory in children: Are they separable? *Child Development, 77* (6), 1698-1716. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2006.00968.x>
- Amabile, T. (1996). *Creativity in context*. Colorado: Westview Press.
- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) childhood. *Child Neuropsychology, 8* (2), 71-82. <https://doi.org/10.1076/chin.8.2.71.8724>
- Ansburg, P. I., & Hill, K. (2003). Creative and analytic thinkers differ in their use of attentional resources. *Personality and Individual Differences, 34*(7), 1141-1152. [https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(02\)00104-6](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(02)00104-6)
- Arden, R., Chavez, R. S., Grazioplene, R., & Jung, R. E. (2010). Neuroimaging creativity: a psychometric view. *Behavioural Brain Research, 214* (2), 143-156. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2010.05.015>
- Ardila, A., & Ostrosky-Solís, F. (2008). Desarrollo histórico de las funciones ejecutivas. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias, 8*, 1-21.
- Aron, A. R., Durston, S., Eagle, D. M., Logan, G. D., Stinear, C. M., & Stuphorn, V. (2007). Converging evidence for a fronto-basal-ganglia network for inhibitory control of action and cognition. *Journal of Neuroscience, 27*(44), 11860-11864. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3644-07.2007>

Artola, T., Barraca, J., Sánchez, N., Mosteiro, P., Poveda, B., & Ancillo, I. (2010).

Qualitative differences in the way males and females use their imagination in creativity tasks. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 4(1), 557-569.

Artola González, T., Sánchez Sánchez, N., Barraca, J., Ancillo, I., Mosteiro, P., & Poveda García-Noblejas, B. (2011). Cambios en el pensamiento divergente a lo largo del ciclo vital: ¿son los niños y adolescentes más creativo que los adultos?. *Prolepsis. Revista del Colegio Oficial de Psicólogos de Castilla y León*, (8), 41-55.

Ash, I. K., & Wiley, J. (2006). The nature of restructuring in insight: An individual-differences approach. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13(1), 66-73.

<https://doi.org/10.3758/BF03193814>

Ashby, F. G., Turken, A. U., & Isen, A. M. (1996). Positive affect and creative problem solving: A dopaminergic hypothesis. In *37th Annual Meeting of the Psychonomic Society, Chicago*.

Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. London: Oxford University Press.

Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4 (11), 417-423.

[https://doi:10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi:10.1016/S1364-6613(00)01538-2).

Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. A. Bower (Ed.), *Recent Advances in Learning and Motivation* (Vol. 8, pp. 47-89). New York: Academic Press.

- Baddeley, A. D., & Della Sala, S. (1996). Working memory and executive control. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 351(1346), 1397-1404.
<https://doi.org/10.1098/rstb.1996.0123>
- Barbot, B., Lubart, T. I. & Besançon, M. (2016). “Peaks, slumps, and bumps”: Individual differences in the development of creativity in children and adolescents. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 151, 27–39.
<https://doi.org/10.1002/cad.20152>
- Barbot, B., & Tinio, P. P. (2015). Where is the “g” in creativity? A specialization–differentiation hypothesis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 1041.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.01041>
- Bausela-Herreras, E. (2008). Baterías de evaluación neuropsicológica infantiles. *Boletín de Pediatría*, 48, 8-12.
- Beaty, R. E., & Schacter, D. L. (2018). Episodic memory and cognitive control: Contributions to creative idea production. En R. E. Jung & O. Vartanian (Eds.), *The Cambridge Handbook of the Neuroscience of Creativity* (1.^a ed., pp. 249-260). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/9781316556238.015>
- Beaty, R. E., & Silvia, P. J. (2012). Why do ideas get more creative across time? An executive interpretation of the serial order effect in divergent thinking tasks. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 6 (4), 309.
<https://doi.org/10.1037/a0029171>.
- Beaty, R. E., & Silvia, P. J. (2013). Metaphorically speaking: Cognitive abilities and the production of figurative language. *Memory & Cognition*, 41(2), 255-267.
<https://doi.org/10.3758/s13421-012-0258-5>

- Beaty, R. E., Silvia, P. J., Nusbaum, E. C., Jauk, E., & Benedek, M. (2014). The roles of associative and executive processes in creative cognition. *Memory & Cognition*, *42*(7), 1186-1197. <https://doi.org/10.3758/s13421-014-0428-8>
- Beaty, R. E., Smeekens, B. A., Silvia, P. J., Hodges, D. A., & Kane, M. J. (2013). A first look at the role of domain-general cognitive and creative abilities in jazz improvisation. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, *23*(4), 262. <https://doi.org/10.1037/a0034968>.
- Bechara, A., Damasio, H., & Damasio, A. R. (2000). Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex. *Cerebral Cortex*, *10*(3), 295-307 <https://doi.org/10.1093/cercor/10.3.295>
- Beeman, M. J., & Bowden, E. M. (2000). The right hemisphere maintains solution-related activation for yet-to-be-solved problems. *Memory & Cognition*, *28*(7), 1231-1241. <https://doi.org/10.3758/BF03211823>.
- Benarós, S., Lipina, S. J., Segretin, M. S., Hermida, M. J., & Jorge, J. A. (2010). Neuroscience and education: towards the construction of interactive bridges. *Revista de neurologia*, *50*(3), 179-186.
- Benedek, M., Franz, F., Heene, M., & Neubauer, A. C. (2012). Differential effects of cognitive inhibition and intelligence on creativity. *Personality and Individual Differences*, *53*(4), 480-485. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2012.04.014>.
- Benedek, M., & Jauk, E. (2018). Spontaneous and controlled processes in creative cognition. In K.C.R. Fox, & K. Christoff (eds.), *The Oxford handbook of spontaneous thought: mind-wandering, creativity, dreaming, and clinical conditions*. New York: Oxford University Press.

- Benedek, M., Jauk, E., Sommer, M., Arendasy, M., & Neubauer, A. C. (2014). Intelligence, creativity, and cognitive control: The common and differential involvement of executive functions in intelligence and creativity. *Intelligence*, 46, 73-83. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.05.007>.
- Benedek, M., Könen, T., & Neubauer, A. C. (2012). Associative abilities underlying creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 6(3), 273. <https://doi.org/10.1037/a0027059>.
- Benedek, M., & Neubauer, A. C. (2013). Revisiting Mednick's model on creativity-related differences in associative hierarchies. Evidence for a common path to uncommon thought. *The Journal of Creative Behavior*, 47(4), 273-289. <https://doi.org/10.1002/jocb.35>.
- Berman, R. A. (2007). Developing linguistic knowledge and language use across adolescence. In E. Hoff & M. Shatz (Eds.), *Blackwell handbook of language development* (pp. 347–367). Blackwell Publishing. <https://doi.org/10.1002/9780470757833.ch17>
- Besançon, M., & Lubart, T. (2008). Differences in the development of creative competencies in children schooled in diverse learning environments. *Learning and Individual Differences*, 18(4), 381-389. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2007.11.009>.
- Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child Development*, 81(6), 1641-1660. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x>
- Best, J. R., Miller, P. H., & Jones, L. L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental Review*, 29(3), 180-200. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2009.05.002>.

- Bijvoet-van den Berg, S., & Hoicka, E. (2014). Individual differences and age-related changes in divergent thinking in toddlers and preschoolers. *Developmental Psychology*, 50(6), 1629–1639. <https://doi.org/10.1037/a0036131>
- Bjorklund, D. F. (1987). How age changes in knowledge base contribute to the development of children's memory: An interpretive review. *Developmental Review*, 7(2), 93-130. [https://doi.org/10.1016/0273-2297\(87\)90007-4](https://doi.org/10.1016/0273-2297(87)90007-4)
- Blakemore, S. J., & Choudhury, S. (2006). Development of the adolescent brain: implications for executive function and social cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(3-4), 296-312. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2006.01611.x>
- Boone, C., & De Brabander, B. (1993). Generalized vs. specific locus of control expectancies of chief executive officers. *Strategic Management Journal*, 14(8), 619-625. <https://doi.org/10.1002/smj.4250140805>
- Borella, E., Carretti, B., & Pelegrina, S. (2010). The specific role of inhibition in reading comprehension in good and poor comprehenders. *Journal of Learning Disabilities*, 43(6), 541-552. <https://doi.org/10.1177/0022219410371676>
- Bowden, E. M., & Jung-Beeman, M. (2003). Aha! Insight experience correlates with solution activation in the right hemisphere. *Psychonomic Bulletin & Review* 10, 730–737. <https://doi.org/10.3758/BF03196539>
- Bowden, E. M., & Jung-Beeman, M. (2003). Normative data for 144 compound remote associate problems. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 35(4), 634-639. <https://doi.org/10.3758/BF03195543>
- Bowden, E. M., & Jung-Beeman, M. (2007). Methods for investigating the neural components of insight. *Methods*, 42(1), 87-99. <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2006.11.007>.

- Bowden, E. M., Jung-Beeman, M., Fleck, J., & Kounios, J. (2005). New approaches to demystifying insight. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(7), 322-328.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.05.012>
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and communication*. New York: Oxford University Press.
- Brocki, K. C., & Bohlin, G. (2004). Executive functions in children aged 6 to 13: A dimensional and developmental study. *Developmental Neuropsychology*, 26(2), 571-593. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2602_3.
- Brophy, D. R. (2001). Comparing the attributes, activities, and performance of divergent, convergent, and combination thinkers. *Creativity Research Journal*, 13(3-4), 439-455. https://doi.org/10.1207/S15326934CRJ1334_20
- Bull, R., Johnston, R. S., & Roy, J. A. (1999). Exploring the roles of the visual-spatial sketchpad and central executive in children's arithmetical skills: Views from cognition and developmental neuropsychology. *Developmental Neuropsychology*, 15(3), 421-442. <https://doi.org/10.1080/87565649909540759>
- Burgess, P. W., Dumontheil, I., & Gilbert, S. J. (2007). The gateway hypothesis of rostral prefrontal cortex (area 10) function. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(7), 290-298. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.05.004>.
- Burgess, P. W., & Shallice, T. (1996). Bizarre responses, rule detection and frontal lobe lesions. *Cortex*, 32, 241-259. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(96\)80049-9](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(96)80049-9).
- Busch, R. M., McBride, A., Curtiss, G., & Vanderploeg, R. D. (2005). The components of executive functioning in traumatic brain injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 27(8), 1022-1032.
<https://doi.org/10.1080/13803390490919263>

- Byrne, R. M., & Murray, M. A. (2005). Attention and working memory in insight problem-solving. In *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 27, 1572-1575. <https://escholarship.org/uc/item/0z89m2s8>
- Camp, G. C. (1994). A longitudinal study of correlates of creativity. *Creativity Research Journal*, 7(2), 125-144. <https://doi.org/10.1080/10400419409534519>
- Campbell, D. T., & Fiske, D. W. (1959). Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix. *Psychological Bulletin*, 56(2), 81. <https://doi.org/10.1037/h0046016>
- Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 595-616. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2802_3
- Carretti, B., Cornoldi, C., De Beni, R., & Romanò, M. (2005). Updating in working memory: A comparison of good and poor comprehenders. *Journal of Experimental Child Psychology*, 91(1), 45-66. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2005.01.005>
- Carriedo, N., Corral, A., Montoro, P. R., Herrero, L., & Rucián, M. (2016). Development of the updating executive function: From 7-year-olds to young adults. *Developmental Psychology*, 52(4), 666. <https://doi.org/10.1037/dev0000091>.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. Cambridge University Press.
- Carson, S. H., Peterson, J. B., & Higgins, D. M. (2005). Reliability, validity, and factor structure of the creative achievement questionnaire. *Creativity Research Journal*, 17(1), 37-50. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1701_4.

- Casey, B. J., Jones, R. M. & Hare, T. A. (2008). The adolescent brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124(1), 111-126.
<https://doi.org/10.1196/annals.1440.010>
- Cassotti, M., Camarda, A., Poirel, N., Houdé, O., & Agogué, M. (2016). Fixation effect in creative ideas generation: Opposite impacts of example in children and adults. *Thinking Skills and Creativity*, 19, 146-152.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2015.10.008>.
- Cepeda, N. J., Kramer, A. F., & Gonzalez de Sather, J. (2001). Changes in executive control across the life span: examination of task-switching performance. *Developmental Psychology*, 37(5), 715.
<https://doi.org/10.1037/0012-1649.37.5.715>.
- Charles, R. E., & Runco, M. A. (2001). Developmental trends in the evaluative and divergent thinking of children. *Creativity Research Journal*, 13(3-4), 417-437.
https://doi.org/10.1207/S15326934CRJ1334_19.
- Chávez-Eakle, R. A., Graff-Guerrero, A., García-Reyna, J. C., Vaugier, V., & Cruz-Fuentes, C. (2007). Cerebral blood flow associated with creative performance: a comparative study. *Neuroimage*, 38(3), 519-528.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.07.059>.
- Chein, J. M., Morrison, A. B. (2010). Expanding the mind's workspace: Training and transfer effects with a complex working memory span task. *Psychonomic Bulletin & Review* 17, 193–199. <https://doi.org/10.3758/PBR.17.2.193>
- Chein, J. M., & Weisberg, R. W. (2014). Working memory and insight in verbal problems: Analysis of compound remote associates. *Memory & Cognition*, 42(1), 67-83. <https://doi.org/10.3758/s13421-013-0343-4>.

- Chermahini, S. A., Hickendorff, M., & Hommel, B. (2012). Development and validity of a Dutch version of the Remote Associates Task: An item-response theory approach. *Thinking Skills and Creativity*, 7(3), 177-186.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2012.02.003>
- Chi, M. T. H. (1997). Creativity: Shifting across ontological categories flexibly. In T. B. Ward, S. M. Smith, & J. Vaid (Eds.), *Creative thought: An investigation of conceptual structures and processes* (pp. 209–234). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/10227-009>
- Christoff, K., & Gabrieli, J. D. E. (2000). The frontopolar cortex and human cognition: evidence for a rostrocaudal hierarchical organization within the human prefrontal cortex. *Psychobiology*, 28 (2), 168-186.
<https://doi.org/10.3758/BF03331976>
- Christoff, K., & Owen, A. (2006). Improving reverse neuroimaging inference: cognitive domain versus cognitive complexity. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(8).
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.06.008>
- Claxton, A. F., Pannells, T. C., & Rhoads, P. A. (2005). Developmental trends in the creativity of school-age children. *Creativity Research Journal*, 17(4), 327-335.
https://doi.org/10.1207/s15326934crj1704_4
- Collins, A. M., & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82(6), 407. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.82.6.407>.
- Conklin, H. M., Luciana, M., Hooper, C. J., & Yarger, R. S. (2007). Working memory performance in typically developing children and adolescents: Behavioral evidence of protracted frontal lobe development. *Developmental Neuropsychology*, 31(1), 103-128. <https://doi.org/10.1080/87565640709336889>

- Conway, A. R. A. & Engle, R. W. (1994). Working memory and retrieval: A resource dependent inhibition model. *Journal of Experimental Psychology: General*, *123*, 354-373. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.123.4.354>.
- Corbalán Berná, F. J., Martínez Zaragoza, F., Donolo, D. S., Alonso Monreal, C., Tejerina Arreal, M., & Limiñana Gras, R. M. (2003). *CREA, Inteligencia Creativa. Una medida cognitiva de la creatividad*. Madrid: TEA Ediciones.
- Crone, E. A., & Dahl, R. E. (2012). Understanding adolescence as a period of social–affective engagement and goal flexibility. *Nature Reviews Neuroscience*, *13*(9), 636-650. <https://doi.org/10.1038/nrn3313>.
- Crone, E. A., Somsen, R. J., Zanolie, K., & Van der Molen, M. W. (2006). A heart rate analysis of developmental change in feedback processing and rule shifting from childhood to early adulthood. *Journal of Experimental Child Psychology*, *95*(2), 99-116. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2006.03.007>.
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes' error: Emotion, rationality and the human brain*. New York: Putnam (Grosset Books).
- Damasio, H., Grabowski, T., Frank, R., Galaburda, A. M., & Damasio, A. R. (1994). The return of Phineas Gage: clues about the brain from the skull of a famous patient. *Science*, *264*(5162), 1102-1105. <https://doi.org/10.1126/science.8178168>
- Daneman, M., Merikle, P.M. (1996). Working memory and language comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review* *3*, 422–433. <https://doi.org/10.3758/BF03214546>
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, *44*(11), 2037-2078. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006>

- Davis, G. A. (1992). *Creativity is forever*. Dubuque, IA: Kendall/Hunt Publishing.
- De Rammelaere, S., Stuyven, E., & Vandierendonck, A. (1999). The contribution of working memory resources in the verification of simple mental arithmetic sums. *Psychological Research*, 62(1), 72-77.
<https://doi.org/10.1007/s004260050041>
- DeYoung, C. G., Flanders, J. L., & Peterson, J. B. (2008). Cognitive abilities involved in insight problem solving: An individual differences model. *Creativity Research Journal*, 20(3), 278-290. <https://doi.org/10.1080/10400410802278719>.
- Dick, A. S., & Overton, W. F. (2010). Executive function: Description and explanation. In B. Sokol, U. Müller, J. I. M. Carpendale, A. R. Young, & G. Iarocci (Eds.), *Self- and social-regulation: Exploring the relations between social interaction, social cognition, and the development of executive functions* (pp. 7–34). Oxford University Press.
- Dietrich, O. (2007). General Advantages of Parallel Imaging. In *Parallel Imaging in Clinical MR Applications* (pp. 173-176). Springer, Berlin, Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/978-3-540-68879-2_16
- Dietrich, A., & Kanso, R. (2010). A review of EEG, ERP, and neuroimaging studies of creativity and insight. *Psychological Bulletin*, 136(5), 822-848.
<https://doi.org/10.1037/a0019749>
- Dorfman, L., Martindale, C., Gassimova, V., & Vartanian, O. (2008). Creativity and speed of information processing: A double dissociation involving elementary versus inhibitory cognitive tasks. *Personality and Individual Differences*, 44(6), 1382-1390. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2007.12.006>
- Drubach, D., Benarroch, E. E., & Mateen, F. J. (2007). Imaginación: definición, utilidad y neurobiología. *Revista de Neurología*, 45, 353-358.

- Dumontheil, I., Houlton, R., Christoff, K., & Blakemore, S. J. (2010). Development of relational reasoning during adolescence. *Developmental Science, 13*(6), 15-24.
[doi:10.1111/j.1467-7687.2010.01014.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2010.01014.x)
- Dygert, S. K., & Jarosz, A. F. (2020). Individual differences in creative cognition. *Journal of Experimental Psychology: General, 149*(7), 1249-1274.
<https://doi.org/10.1037/xge0000713>
- Ellis, A. (1991). The revised ABC's of rational-emotive therapy (RET). *Journal of Rational-Emotive and Cognitive-Behavior Therapy, 9*(3), 139-172.
<https://doi.org/10.1007/BF01061227>
- Espy, K. A., Sheffield, T. D., Wiebe, S. A., Clark, C. A., & Moehr, M. J. (2011). Executive control and dimensions of problem behaviors in preschool children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 52*(1), 33-46.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2010.02265.x>
- Eysenck, H. J. (1995). Creativity as a product of intelligence and personality. In *International handbook of personality and intelligence* (pp. 231-247). Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-5571-8_12
- Fernández, Á., Díez, E., Alonso, M. Á., & Beato, M. S. (2004). Free-association norms for the Spanish names of the Snodgrass and Vanderwart pictures. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers, 36*(3), 577-583.
<https://doi.org/10.3758/BF03195604>
- Ferrando, M., Prieto, M.D., Ferrándiz, C y Sánchez, C. (2005). Intelligence and creativity. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology (7)*, 21-49.

- Fiore, S. M., & Schooler, J. W. (1998). Right hemisphere contributions to creative problem solving: Converging evidence for divergent thinking. In M. Beeman & C. Chiarello (Eds.), *Right hemisphere language comprehension: Perspectives from cognitive neuroscience* (pp. 349-371). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Filippetti, V. A., & Allegri, R. F. (2011). Verbal fluency in Spanish-speaking children: Analysis model according to task type, clustering, and switching strategies and performance over time. *The Clinical Neuropsychologist*, *25*(3), 413-436. <https://doi.org/10.1080/13854046.2011.559481>.
- Fink, A., Grabner, R. H., Benedek, M., Reishofer, G., Hauswirth, V., Fally, M., ... & Neubauer, A. C. (2009). The creative brain: Investigation of brain activity during creative problem solving by means of EEG and fMRI. *Human Brain Mapping*, *30*(3), 734-748. <https://doi.org/10.1002/hbm.20538>
- Fodor, E. M. (1999). Subclinical inclination toward manic-depression and creative performance on the Remote Associates Test. *Personality and Individual Differences*, *27*(6), 1273-1283. [https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(99\)00076-8](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(99)00076-8)
- Freud, S. (2020). *Más allá del principio del placer* (Vol. 357). Ediciones Akal.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: a latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, *133*(1), 101. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.133.1.101>
- Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., DeFries, J. C., & Hewitt, J. K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological Science*, *17*(2), 172-179. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01681.x>.

Fuster, J. M. (2002). Physiology of executive functions: The perception-action cycle. In D. T. Stuss & R. T. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp. 96–108). Oxford University Press.

<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195134971.003.0006>

Gajda, A., Karwowski, M., & Beghetto, R. A. (2017). Creativity and academic achievement: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology, 109*(2), 269.

<https://doi.org/10.1037/edu0000133>

Gardner, H. (1990). *Art education and human development* (Vol. 3). Getty Publications.

Gardner, H., & Gardner, E. (2008). *Art, mind, and brain: A cognitive approach to creativity*. Basic Books.

Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework. *Psychological Bulletin, 134*(1), 31.

<https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.1.31>

Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology, 40*(2), 177.

<https://doi.org/10.1037/0012-1649.40.2.177>.

Geake, J., & Cooper, P. (2003). Cognitive Neuroscience: implications for education? *Westminster Studies in Education, 26*(1), 7-20.

<https://doi.org/10.1080/0140672030260102>

Gilhooly, K. J., & Fioratou, E. (2009). Executive functions in insight versus non-insight problem solving: An individual differences approach. *Thinking &*

Reasoning, 15(4), 355-376. <https://doi.org/10.1080/13546780903178615>.

- Gilhooly, K. J., Fioratou, E., Anthony, S. H., & Wynn, V. (2007). Divergent thinking: Strategies and executive involvement in generating novel uses for familiar objects. *British Journal of Psychology*, *98*(4), 611-625.
<https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.2007.tb00467.x>.
- Gilhooly, K. J., & Murphy, P. (2005). Differentiating insight from non-insight problems. *Thinking & Reasoning*, *11*(3), 279-302.
<https://doi.org/10.1080/13546780442000187>
- Goldstein, S., & Naglieri, J. A. (2014). *Handbook of Executive Functioning*. Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8106-5>
- Gómez-Ariza, C. J., Del Prete, F., Prieto del Val, L., Valle, T., Bajo, M. T., & Fernandez, A. (2017). Memory inhibition as a critical factor preventing creative problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *43*(6), 986. <https://doi.org/10.1037/xlm0000348>.
- Gonen-Yaacovi, G., De Souza, L. C., Levy, R., Urbanski, M., Josse, G., & Volle, E. (2013). Rostral and caudal prefrontal contribution to creativity: a meta-analysis of functional imaging data. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*, 465.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00465>
- Goñi, A. (2000). *Desarrollo de la creatividad*. EUNED.
- Grafman, J. (1994). Neuropsychology of the prefrontal cortex. *Neuropsychology*, *159*-*181*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-092668-1.50014-4>.
- Groborz, M., & Necka, E. (2003). Creativity and cognitive control: Explorations of generation and evaluation skills. *Creativity Research Journal*, *15*(2-3), 183-197.
<https://doi.org/10.1080/10400419.2003.9651411>.
- Guilford, J. P. (1966). Intelligence: 1965 model. *American Psychologist*, *21*(1), 20-21.
<https://doi.org/10.1037/h0023296>.

- Guilford, J. P. (1967). Creativity: Yesterday, today and tomorrow. *The Journal of Creative Behavior*, *1*(1), 3-14. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.1967.tb00002.x>.
- Hamilton, M. A. (1982). "Jamaicanizing" the Mednick remote associates test of creativity. *Perceptual and Motor Skills*, *55*(1), 321-322. <https://doi.org/10.2466/pms.1982.55.1.321>
- Hass, R. W. (2017). Semantic search during divergent thinking. *Cognition*, *166*, 344-357. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.05.039>
- Hayes, A. F., & Scharkow, M. (2013). The relative trustworthiness of inferential tests of the indirect effect in statistical mediation analysis: Does method really matter? *Psychological Science*, *24*(10), 1918-1927. <https://doi.org/10.1177/0956797613480187>
- Henry, J. D., Crawford, J. R., & Phillips, L. H. (2004). Verbal fluency performance in dementia of the Alzheimer's type: a meta-analysis. *Neuropsychologia*, *42*(9), 1212-1222. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2004.02.001>.
- Hillman, C. H., Motl, R. W., Pontifex, M. B., Posthuma, D., Stubbe, J. H., Boomsma, D. I., & De Geus, E. J. (2006). Physical activity and cognitive function in a cross-section of younger and older community-dwelling individuals. *Health Psychology*, *25*(6), 678. <https://doi.org/10.1037/0278-6133.25.6.678>
- Howe, M. L., Wilkinson, S., Garner, S. R., & Ball, L. J. (2016). On the adaptive function of children's and adults' false memories. *Memory*, *24*(8), 1062-1077. <https://doi.org/10.1080/09658211.2015.1068335>.
- Hughes, C., Ensor, R., Wilson, A., & Graham, A. (2009). Tracking executive function across the transition to school: A latent variable approach. *Developmental Neuropsychology*, *35*(1), 20-36. <https://doi.org/10.1080/87565640903325691>

- Huizinga, M., Dolan, C. V., & Van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, *44*(11), 2017-2036.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.01.010>
- Huizinga, M., & Van der Molen, M. W. (2007). Age-group differences in set-switching and set-maintenance on the Wisconsin Card Sorting Task. *Developmental Neuropsychology*, *31*(2), 193-215. <https://doi.org/10.1080/87565640701190817>.
- Jaquish, G. A., & Ripple, R. E. (1980). Divergent thinking and self-esteem in preadolescents and adolescents. *Journal of Youth and Adolescence*, *9*(2), 143-152. <https://doi.org/10.1007/BF02087932>
- Jaquish, G. A., & Ripple, R. E. (1981). Cognitive creative abilities and self-esteem across the adult life-span. *Human Development*, *24*(2), 110-119.
<https://doi.org/10.1159/000272654>.
- Jolles, D., & Crone, E. A. (2012). Training the developing brain: a neurocognitive perspective. *Frontiers in Human Neuroscience*, *6*, 76.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00076>
- Jung, R. E., Mead, B. S., Carrasco, J., & Flores, R. A. (2013). The structure of creative cognition in the human brain. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*, 330.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00330>.
- Jung-Beeman, M., Bowden, E. M., Haberman, J., Frymiare, J. L., Arambel-Liu, S., Greenblatt, R., ... & Dehaene, S. (2004). Neural activity when people solve verbal problems with insight. *PLoS Biology*, *2*(4), e97.
doi.org/10.1371/journal.pbio.0020097

- Kane, M. J., Hambrick, D. Z., & Conway, A. R. A. (2005). Working Memory Capacity and Fluid Intelligence Are Strongly Related Constructs: Comment on Ackerman, Beier, and Boyle (2005). *Psychological Bulletin*, *131*(1), 66–71.
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.131.1.66>
- Karbach, J., & Schubert, T. (2013). Training-induced cognitive and neural plasticity. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*, 48.
[doi:10.3389/fnhum.2013.00048](https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00048).
- Kasof, J. (1997). Creativity and breadth of attention. *Creativity Research Journal*, *10*(4), 303-315. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1004_2.
- Katz, A. (1997). Creativity in the cerebral hemispheres. In M. A. Runco (Ed.), *Creativity research handbook* (pp. 203-226). Cresskill, NJ: Hampton Press.
- Kaufman, J. C., Plucker, J. A., & Baer, J. (2008). *Essentials of creativity assessment*. John Wiley & Sons, Inc.
- Kleibeuker, S. W., De Dreu, C. K., & Crone, E. A. (2013). The development of creative cognition across adolescence: distinct trajectories for insight and divergent thinking. *Developmental Science*, *16*(1), 2-12. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2012.01176.x>
- Kleibeuker, S. W., De Dreu, C. K., & Crone, E. A. (2016). Creativity development in adolescence: Insight from behavior, brain, and training studies. *New Directions for Child and Adolescent Development*, *151*, 73-84.
<https://doi.org/10.1002/cad.20148>.
- Kleibeuker, S. W., Koolschijn, P. C., Jolles, D., De Dreu, C., & Crone, E. A. (2013). The neural coding of creative idea generation across adolescence and early adulthood. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*, 905.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00905>

- Klenberg, L., Korkman, M., & Lahti-Nuutila, P. (2001). Differential development of attention and executive functions in 3-to 12-year-old Finnish children. *Developmental Neuropsychology*, *20*(1), 407-428.
https://doi.org/10.1207/S15326942DN2001_6
- Koechlin, E., & Hyafil, A. (2007). Anterior prefrontal function and the limits of human decision-making. *Science*, *318* (5850), 594-598. doi:10.1126/science.1142995.
- Korkman, M., Kemp, S. L., & Kirk, U. (2001). Effects of age on neurocognitive measures of children ages 5 to 12: A cross-sectional study on 800 children from the United States. *Developmental Neuropsychology*, *20*(1), 331-354.
https://doi.org/10.1207/S15326942DN2001_2.
- Kounios, J., Fleck, J. I., Green, D. L., Payne, L., Stevenson, J. L., Bowden, E. M., & Jung-Beeman, M. (2008). The origins of insight in resting-state brain activity. *Neuropsychologia*, *46*(1), 281-291.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.07.013>
- Kris, E. (1952). *Psychoanalytic explorations in art*. International Universities Press.
- Krumm, G. L., Arán Filippetti, V., & Aranguren, M. (2015). Efectos del sexo y la edad en la creatividad verbal en adolescentes y jóvenes de habla hispana. *Acta Psiquiátrica y Psicológica de América Latina*, *61* (3), 184-194.
- Krumm, G., Filippetti, V. A., & Gutierrez, M. (2018). The contribution of executive functions to creativity in children: What is the role of crystallized and fluid intelligence?. *Thinking Skills and Creativity*, *29*, 185-195.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.07.006>
- Kubie, L. S. (1958). *Neurotic distortion of the creative process*. University of Kansas Press.

- Lau, S., & Cheung, P. C. (2010). Developmental trends of creativity: What twists of turn do boys and girls take at different grades? *Creativity Research Journal*, 22(3), 329-336. <https://doi.org/10.1080/10400419.2010.503543>.
- Lechuga, M. T., Moreno, V., Pelegrina, S., Gómez-Ariza, C. J., & Bajo, M. T. (2006). Age differences in memory control: Evidence from updating and retrieval-practice tasks. *Acta Psychologica*, 123(3), 279-298. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2006.01.006>.
- Lechuga, M. T., Pelegrina, S., Peláez, J. L., Martín-Puga, M. E., & Justicia, M. J. (2016). Working memory updating as a predictor of academic attainment. *Educational Psychology*, 36(4), 675-690. <https://doi.org/10.1080/01443410.2014.950193>.
- Lee, C. S., Huggins, A. C., & Therriault, D. J. (2014). A measure of creativity or intelligence? Examining internal and external structure validity evidence of the Remote Associates Test. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 8(4), 446. <https://doi.org/10.1037/a0036773>
- Lee, C. S., & Therriault, D. J. (2013). The cognitive underpinnings of creative thought: A latent variable analysis exploring the roles of intelligence and working memory in three creative thinking processes. *Intelligence*, 41(5), 306-320. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2013.04.008>
- Lee, K., Ng, E. L., & Ng, S. F. (2009). The contributions of working memory and executive functioning to problem representation and solution generation in algebraic word problems. *Journal of Educational Psychology*, 101(2), 373. <https://doi.org/10.1037/a0013843>

- Lee, K., Bull, R., & Ho, R. M. (2013). Developmental changes in executive functioning. *Child Development, 84*(6), 1933-1953.
<https://doi.org/10.1111/cdev.12096>
- Lehto, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L., & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology, 21*(1), 59-80. <https://doi.org/10.1348/026151003321164627>
- Lendínez, C., Pelegrina, S., & Lechuga, M. T. (2015). Age differences in working memory updating: The role of interference, focus switching and substituting information. *Acta Psychologica, 157*, 106-113.
<https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2015.02.015>.
- Leon-Carrion, J., García-Orza, J., & Pérez-Santamaría, F. J. (2004). Development of the inhibitory component of the executive functions in children and adolescents. *International Journal of Neuroscience, 114*(10), 1291-1311.
<https://doi.org/10.1080/00207450490476066>
- Lezak, M. D. (1982). The problem of assessing executive functions. *International Journal of Psychology, 17*(1-4), 281-297.
<https://doi.org/10.1080/00207598208247445>
- Linares, R., Bajo, M. T., & Pelegrina, S. (2016). Age-related differences in working memory updating components. *Journal of Experimental Child Psychology, 147*, 39-52. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.02.009>
- Linares, R., Borella, E., Lechuga, M. T., Carretti, B., & Pelegrina, S. (2019). Nearest transfer effects of working memory training: A comparison of two programs focused on working memory updating. *PloS One, 14*(2), e0211321.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211321>

- Logan, G. D., & Cowan, W. B. (1984). On the ability to inhibit thought and action: A theory of an act of control. *Psychological Review*, *91*(3), 295.
<https://doi.org/10.1037/0033-295X.91.3.295>
- Lubart, T., & Guignard, J.-H. (2004). The Generality-Specificity of Creativity: A Multivariate Approach. In R. J. Sternberg, E. L. Grigorenko, & J. L. Singer (Eds.), *Creativity: From potential to realization* (pp. 43–56). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/10692-004>
- Luciana, M., Conklin, H. M., Hooper, C. J., & Yarger, R. S. (2005). The development of nonverbal working memory and executive control processes in adolescents. *Child Development*, *76*(3), 697-712. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2005.00872.x>.
- Luciana, M., & Nelson, C. A. (1998). The functional emergence of prefrontally-guided working memory systems in four-to eight-year-old Children. *Neuropsychologia*, *36* (3), 273-293. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(97\)00109-7](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(97)00109-7)
- Luna, B., Garver, K. E., Urban, T. A., Lazar, N. A., & Sweeney, J. A. (2004). Maturation of cognitive processes from late childhood to adulthood. *Child Development*, *75*(5), 1357-1372. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2004.00745.x>
- Luria, A.R. (1966). *Higher cortical functions in man*. New York: Basic Books.
- McAuley, T., & White, D. A. (2011). A latent variables examination of processing speed, response inhibition, and working memory during typical development. *Journal of Experimental Child Psychology*, *108*(3), 453-468.
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.08.009>

- MacGregor, J. N., Ormerod, T. C., & Chronicle, E. P. (2001). Information processing and insight: a process model of performance on the nine-dot and related problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *27*(1), 176. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.27.1.176>
- Macizo, P., Ariza, C. J. G., & Bajo, M. T. (2000). Associative norms of 58 Spanish words for children from 8 to 13 years old. *Psicológica*, *21*(2), 287-300.
- Maker, C. J., Jo, S., & Muammar, O. M. (2008). Development of creativity: The influence of varying levels of implementation of the DISCOVER curriculum model, a non-traditional pedagogical approach. *Learning and Individual Differences*, *18*(4), 402-417. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2008.03.003>
- Maltzman, I. (1960). On the training of originality. *Psychological Review*, *67*(4), 229. <https://doi.org/10.1037/h0046364>
- Marko, M., Michalko, D., & Riečanský, I. (2019). Remote associates test: An empirical proof of concept. *Behavior Research Methods*, *51*(6), 2700-2711. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-1131-7>
- Martindale, C. (1999). Biological bases of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of Creativity* (pp. 137–152). Cambridge University Press.
- Maslow, A. H. (1991). Critique of self-actualization theory. *The Journal of Humanistic Education and Development*, *29*(3), 103-108. <https://doi.org/10.1002/j.2164-4683.1991.tb00010.x>
- Matute, E., Rosselli, M., Ardila, A., & Morales, G. (2004). Verbal and nonverbal fluency in Spanish-speaking children. *Developmental Neuropsychology*, *26*(2), 647-660. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2602_7

- McAuley, T., & White, D. A. (2011). A latent variables examination of processing speed, response inhibition, and working memory during typical development. *Journal of Experimental Child Psychology*, *108*(3), 453-468. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.08.009>
- Medin, D. L., & Aguilar, C. M. (1999). Categorization. En C. M. Bishop, R. A. Wilson & F. C. Keil (Eds.), *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences* (pp. 104-106). Cambridge: MIT Press.
- Mednick, S. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological Review*, *69*(3), 220. <https://doi.org/10.1037/h0048850>
- Mednick, S. A. (1968). The Remote Associates Test. *The Journal of Creative Behavior*, *2*(3), 213–214.
- Meléndez, J. C., Alfonso-Benlliure, V., Mayordomo, T., & Sales, A. (2016). Is age just a number? Cognitive reserve as a predictor of divergent thinking in late adulthood. *Creativity Research Journal*, *28*(4), 435-441. <https://doi.org/10.1080/10400419.2016.1229983>
- Menchén Bellón, F. (2015). *La necesidad de escuelas creativas*. Ediciones Díaz de Santos.
- Mikulincer, M., Sheffi, E. (2000). Adult Attachment Style and Cognitive Reactions to Positive Affect: A Test of Mental Categorization and Creative Problem Solving. *Motivation and Emotion*, *24*, 149–174. <https://doi.org/10.1023/A:1005606611412>
- Milgram, R. M., & Rabkin, L. (1980). Developmental test of Mednick's associative hierarchies of original thinking. *Developmental Psychology*, *16*(2), 157-158. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.16.2.157>

- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, *24*(1), 167-202.
<https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*(1), 49-100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Monreal, C. A. (2000). *"Qué es" la creatividad*. Biblioteca Nueva.
- Mouchiroud, C., & Lubart, T. (2002). Social creativity: A cross-sectional study of 6-to 11-year-old children. *International Journal of Behavioral Development*, *26*(1), 60-69. <https://doi.org/10.1080/01650250042000591a>
- Mourgues, C., Tan, M., Hein, S., Elliott, J. G., & Grigorenko, E. L. (2016). Using creativity to predict future academic performance: An application of Aurora's five subtests for creativity. *Learning and Individual Differences*, *51*, 378-386.
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.02.001>
- Mourgues, C., Barbot, B., Tan, M., & Grigorenko, E. L. (2014). The interaction between culture and the development of creativity. In L. Arnett Jensen (Ed.), *The oxford handbook of human development and culture: An interdisciplinary perspective*. doi:10.1093/oxfordhb/9780199948550.013.16
- Müller, U., & Kerns, K. (2015). The development of executive function. In L. S. Liben, U. Müller, & R. M. Lerner (Eds.), *Handbook of child psychology and developmental science: Cognitive processes* (pp. 571–623). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781118963418.childpsy214>

- Nęcka, E., Żak, P., & Gruszka, A. (2016). Insightful imagery is related to working memory updating. *Frontiers in Psychology, 7*, 137. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00137>
- Nieto, A., Galtier, I., Barroso, J., & Espinosa, G. (2008). Verbal fluency in school-aged Spanish children: Normative data and analysis of clustering and switching strategies. *Revista de Neurologia, 46*(1), 2-6.
- Niu, W. (2007). Individual and environmental influences on Chinese student creativity. *The Journal of Creative Behavior, 41*(3), 151-175. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.2007.tb01286.x>
- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action. In *Consciousness and self-regulation* (pp. 1-18). Springer, Boston, MA. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4757-0629-1_1
- Nusbaum, E. C., & Silvia, P. J. (2011). Are intelligence and creativity really so different? Fluid intelligence, executive processes, and strategy use in divergent thinking. *Intelligence, 39* (1), 36-45. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2010.11.002>
- Oberauer, K., & Kliegl, R. (2001). Beyond resources: Formal models of complexity effects and age differences in working memory. *European Journal of Cognitive Psychology, 13* (1-2), 187-215. <https://doi.org/10.1080/09541440042000278>
- Palmiero, M., Di Giacomo, D., & Passafiume, D. (2014). Divergent thinking and age-related changes. *Creativity Research Journal, 26*(4), 456-460. <https://doi.org/10.1080/10400419.2014.961786>
- Pan, X., & Yu, H. (2016). Different effects of cognitive shifting and intelligence on creativity. *The Journal of Creative Behavior, 52*(3), 212-225. <https://doi.org/10.1002/jocb.144>

- Papazian, O., Alfonso, I., & Luzondo, R. J. (2006). Trastornos de las funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, *42*(3), 45-50.
- Pariser, D., & van den Berg, A. (1995). *Universal trajectory or modernist artifact? A preliminary cross-cultural test of Gardner's hypothesis of u-curved aesthetic development*. Paper presented at the meeting of the American Psychological Association Annual Conference. New York.
- Passolunghi, M. C., & Pazzaglia, F. (2004). Individual differences in memory updating in relation to arithmetic problem solving. *Learning and Individual Differences*, *14*(4), 219-230. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2004.03.001>
- Peláez-Alfonso, J. L., Pelegrina, S., & Lechuga, M. T. (2020). Normative data for 102 Spanish remote associate problems and age-related differences in performance. *Psicológica*, *41*(1), 39-65. <https://doi.org/10.2478/psicolj-2020-0003>
- Pelegrina, S., Borella, E., Carretti, B., & Lechuga, M. T. (2012). Similarity-based interference in a working memory numerical updating task. *Experimental Psychology*, *59*, 183-189. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000142>
- Pelegrina, S., Capodieci, A., Carretti, B., & Cornoldi, C. (2015). Magnitude representation and working memory updating in children with arithmetic and reading comprehension disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, *48*(6), 658-668. <https://doi.org/10.1177/0022219414527480>
- Pelegrina, S., Lechuga, M. T., García-Madruga, J. A., Elosúa, M. R., Macizo, P., Carreiras, M., ... & Bajo, M. T. (2015). Normative data on the n-back task for children and young adolescents. *Frontiers in Psychology*, *6*, 1544. <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01544>

- Pelegrina, S., Molina, R., Rodríguez-Martínez, E. I., Linares, R., & Gómez, C. M. (2020). Age-related changes in selection, recognition, updating and maintenance information in WM. An ERP study in children and adolescents. *Biological Psychology, 157*, 107977. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2020.107977>
- Perner, J. (1991). *Understanding the representational mind*. The MIT Press.
- Piffer, D. (2012). Can creativity be measured? An attempt to clarify the notion of creativity and general directions for future research. *Thinking Skills and Creativity, 7*(3), 258-264. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2012.04.009>
- Pineda, D. A., Merchán, V., Rosselli, M., & Ardila, A. (2000). Estructura factorial de la función ejecutiva en estudiantes universitarios jóvenes. *Revista de Neurología, 31*(12), 1112-1118.
- Plucker, J. A., Beghetto, R. A., & Dow, G. T. (2004). Why isn't creativity more important to educational psychologists? Potentials, pitfalls, and future directions in creativity research. *Educational Psychologist, 39*(2), 83-96. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3902_1
- Posner, M. I., Snyder, C. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General, 109*(2), 160-174. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.109.2.160>
- Preacher, K. J., Rucker, D. D., & Hayes, A. F. (2007). Addressing moderated mediation hypotheses: Theory, methods, and prescriptions. *Multivariate Behavioral Research, 42*(1), 185-227. <https://doi.org/10.1080/00273170701341316>
- Pribram, K. H. (1973). The primate frontal cortex—executive of the brain. In *Psychophysiology of the frontal lobes* (pp. 293-314). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-564340-5.50019-6>

- Rendón, L. I. (2002). Community college Puente: A validating model of Education. *Educational Policy, 16* (4), 642-667.
<https://doi.org/10.1177/0895904802016004010>
- Reynolds, C. R., & Horton, A. M. (2008). Assessing executive functions: A life-span perspective. *Psychology in the Schools, 45*(9), 875-892.
<https://doi.org/10.1002/pits.20332>
- Ríos, M., Periañez, J. A., & Muñoz-Céspedes, J. M. (2004). Attentional control and slowness of information processing after severe traumatic brain injury. *Brain Injury, 18*(3), 257-272. <https://doi.org/10.1080/02699050310001617442>
- Rogers, C. R. (1959). A theory of therapy, personality, and interpersonal relationships: As developed in the client-centered framework. In S. Koch (Ed.), *Psychology: A study of a science* (pp. 184-256). New York: McGraw-Hill.
- Rogers, R. D., & Monsell, S. (1995). Costs of a predictable switch between simple cognitive tasks. *Journal of Experimental Psychology: General, 124*(2), 207-231.
<https://doi.org/10.1037/0096-3445.124.2.207>
- Romine, C. B., & Reynolds, C. R. (2005). A model of the development of frontal lobe functioning: Findings from a meta-analysis. *Applied Neuropsychology, 12*(4), 190-201. https://doi.org/10.1207/s15324826an1204_2
- Romo, M. (1980). Dimensiones cognitivas de la creatividad (Unpublished doctoral dissertation). Madrid, Spain: Universidad Autónoma de Madrid.
- Rowe, G., Hirsh, J. B., & Anderson, A. K. (2007). Positive affect increases the breadth of attentional selection. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 104* (1), 383-388. <https://doi.org/10.1073/pnas.0605198104>
- Runco, M. A. (2007). A hierarchical framework for the study of creativity. *New Horizons in Education, 55*(3), 1-9.

- Runco, M. A., & Bahleda, M. D. (1986). Implicit theories of artistic, scientific, and everyday creativity. *The Journal of Creative Behavior*, 20 (2), 93–98.
<https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.1986.tb00423.x>
- Salthouse, T. A., Atkinson, T. M., & Berish, D. E. (2003). Executive functioning as a potential mediator of age-related cognitive decline in normal adults. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132(4), 566-594.
- Salvi, C., Costantini, G., Bricolo, E., Perugini, M., & Beeman, M. (2016). Validation of Italian rebus puzzles and compound remote associate problems. *Behavior Research Methods*, 48(2), 664-685. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0597-9>
- Sauz on, H., Lestage, P., & Raboutet, C. N^o Kaoua, B., y Claverie, B. (2004). Verbal fluency output in children aged 7–16 as a function of the production criterion: Qualitative analysis of clustering, switching processes, and semantic network exploitation. *Brain and Language*, 89 (1), 192-202.
[https://doi.org/10.1016/S0093-934X\(03\)00367-5](https://doi.org/10.1016/S0093-934X(03)00367-5)
- Sawyer, K. (2011). The cognitive neuroscience of creativity: A critical Review. *Creativity Research Journal*, 23(2), 137-154.
<https://doi.org/10.1080/10400419.2011.571191>
- Schank, R. C. (1986). *Explanation Patterns: Understanding Mechanically and Creatively*. Lawrence Erlbaum Associates. Inc., Hillsdale, New Jersey.
- Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2002). *E-Prime: User's Guide. Reference Guide. Getting Started Guide*. Psychology Software Tools, Incorporated.
- Schooler, J. W., & Melcher, J. (1995). The ineffability of insight. In S. M. Smith, M. Steven, T. B. Ward, & R. A. Finke (Eds.), *The creative cognition approach* (pp. 97–133). Cambridge, US: The MIT Press.

Segalowitz, S. J., & Davies, P. L. (2004). Charting the maturation of the frontal lobe: an electrophysiological strategy. *Brain and Cognition*, *55*(1), 116-133.

[https://doi.org/10.1016/S0278-2626\(03\)00283-5](https://doi.org/10.1016/S0278-2626(03)00283-5)

Shallice, T. (1988). *From neuropsychology to mental structure*. Cambridge University Press.

Shen, W., Yuan, Y., Liu, C., Yi, B., & Dou, K. (2016). The development and validity of a Chinese version of the compound remote associates test. *American Journal of Psychology*, *129*(3), 245-258. <https://doi.org/10.5406/amerjpsyc.129.3.0245>

<https://doi.org/10.5406/amerjpsyc.129.3.0245>

Shimamura, A. P. (2000). The role of the prefrontal cortex in dynamic filtering.

Psychobiology, *28*(2), 207-218. <https://doi.org/10.3758/BF03331979>

Shimamura, A. P. (2002). Memory retrieval and executive control. In D.T. Stuss, R.T.

Knight (EDs.) *Principles of frontal lobe function* (pp. 210-220). Oxford

University Press.

Silvia, P. J., Beaty, R. E., & Nusbaum, E. C. (2013). Verbal fluency and creativity:

General and specific contributions of broad retrieval ability (Gr) factors to divergent thinking. *Intelligence*, *41*(5), 328-340.

<https://doi.org/10.1016/j.intell.2013.05.004>

Smith, G., & Carlsson, I. (1985). Creativity in middle and late school

years. *International Journal of Behavioral Development*, *8*(3), 329-343.

<https://doi.org/10.1177/016502548500800307>

Smith, G. J., & Carlsson, I. M. (1990). The creative process: A functional model based on empirical studies from early childhood to middle age. *Psychological issues*,

(57), 1-243.

- Smith, R., Keramatian, K., & Christoff, K. (2007). Localizing the rostrolateral prefrontal cortex at the individual level. *Neuroimage*, *36*(4), 1387-1396. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.04.032>
- Smolucha, L. W., & Smolucha, F. C. (1985). A fifth Piagetian stage: The collaboration between analogical and logical thinking in artistic creativity. *Visual Arts Research*, 90-99. <https://www.jstor.org/stable/20715603>
- Steinberg, L. (2005). Cognitive and affective development in adolescence. *Trends in Cognitive Sciences*, *9*(2), 69-74. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.12.005>
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1997). *La creatividad en una cultura conformista: un desafío a las masas*. Madrid, España: Editorial Paidós, 1997
- Stevenson, C. E., Kleibeuker, S. W., de Dreu, C. K., & Crone, E. A. (2014). Training creative cognition: adolescence as a flexible period for improving creativity. *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*, 827. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00827>
- Stolte, M., García, T., Van Luit, J. E., Oranje, B., & Kroesbergen, E. H. (2020). The contribution of executive functions in predicting mathematical creativity in typical elementary school classes: A twofold role for updating. *Journal of Intelligence*, *8*(2), 26. <https://doi.org/10.3390/jintelligence8020026>
- Storm, B. C., & Angello, G. (2010). Overcoming fixation: Creative problem solving and retrieval-induced forgetting. *Psychological Science*, *21*(9), 1263-1265. <https://doi.org/10.1177/0956797610379864>
- Stuss, D. T., & Alexander, M. P. (2007). Is there a dysexecutive syndrome? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *362*(1481), 901-915. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2096>

Stuss, D. T., & Benson, D. F. (1986). *The frontal lobes*. Lippincott Williams & Wilkins.

Stuss, D. T., & Knight, R. T. (2013). *Principles of frontal lobe function*. Oxford University Press.

Suzuki, A., Hirota, A., Takasawa, N., & Shigemasa, K. (2003). Application of the somatic marker hypothesis to individual differences in decision making. *Biological Psychology*, 65 (1), 81-88. [https://doi.org/10.1016/S0301-0511\(03\)00093-0](https://doi.org/10.1016/S0301-0511(03)00093-0)

Takeuchi, H., Taki, Y., Hashizume, H., Sassa, Y., Nagase, T., Nouchi, R., & Kawashima, R. (2011). Failing to deactivate: the association between brain activity during a working memory task and creativity. *Neuroimage*, 55(2), 681-687. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.11.052>

Tammes, C. K., Østby, Y., Fjell, A. M., Westlye, L. T., Due-Tønnessen, P., & Walhovd, K. B. (2010). Brain maturation in adolescence and young adulthood: regional age-related changes in cortical thickness and white matter volume and microstructure. *Cerebral Cortex*, 20 (3), 534-548. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhp118>

Taylor, A. R., Jones, M. G., Broadwell, B., & Oppewal, T. (2008). Creativity, inquiry, or accountability? Scientists' and teachers' perceptions of science education. *Science Education*, 92(6), 1058-1075. Doi: 10.1002/sci.20272

Tirapu-Ustárrroz, J., García-Molina, A., Luna-Lario, P., Roig-Rovira, T., & Pelegrín-Valero, C. (2008). Modelos de funciones y control ejecutivo (II). *Revista de Neurología*, 46(12), 742-750.

- Tirapu-Ustárrroz, J., García-Molina, A., Luna-Lario, P., Verdejo-García, A., & Ríos-Lago, M. (2012). Corteza prefrontal, funciones ejecutivas y regulación de la conducta. En J. Tirapu-Ustárrroz, A. García-Molina, M. Ríos-Lago & A. Ardila-Ardila (Eds.), *Neuropsicología de la corteza pre-frontal y las funciones ejecutivas* (pp 87-120) Barcelona, España: Viguera.
- Torrance, E. P. (1967). *Understanding the fourth grade slump in creative thinking*. University of Minnesota.
- Torrance, E. P. (1968). A longitudinal examination of the fourth graders lump in creativity. *Gifted Child Quarterly*, 12, 195-199.
<https://doi.org/10.1177/001698626801200401>
- Torrance, E. P. (1974). *Torrance Tests of Creative Thinking: Directions Manual and Scoring Guide; Figural Test Booklet B*. Personnel Press.
- Torrance, E. P. (1988). The nature of creativity as manifest in its testing. In R. J. E Sternberg & R. J. P. Sternberg, *The nature of creativity* (pp 43-75). Cambridge University Press.
- Troyer, A. K., Moscovitch, M., Winocur, G., Alexander, M. P., & Stuss, D. O. N. (1998). Clustering and switching on verbal fluency: The effects of focal frontal- and temporal-lobe lesions. *Neuropsychologia*, 36(6), 499-504.
[https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(97\)00152-8](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(97)00152-8)
- Unsworth, N. (2009). Short Article: Individual differences in self-initiated processing at encoding and retrieval: A latent variable analysis. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(2), 257-266.
<https://doi.org/10.1080/17470210802373092>

- Unsworth, N., & Engle, R. W. (2007). The nature of individual differences in working memory capacity: active maintenance in primary memory and controlled search from secondary memory. *Psychological Review*, *114*(1), 104.
<https://doi.org/10.1037/0033-295X.114.1.104>
- Urban, K.K., and Jellen, H.G. (1996). Test for Creative Thinking - Drawing Production (TCT- DP). Lisse, Netherlands: Swets and Zeitlinger.
- Van der Sluis, S., De Jong, P. F., & Van der Leij, A. (2004). Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, *87*(3), 239-266.
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2003.12.002>
- Van der Sluis, S., De Jong, P. F., & Van der Leij, A. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence*, *35*(5), 427-449.
<https://doi.org/10.1016/j.intell.2006.09.001>
- Verdejo-García, A., & Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*, *22* (2), 227-235.
- Wallach, M. A., & Kogan, N. (1965). *Modes of thinking in young children*. Holt, Rinehart and Winston: New York.
- Ward, W. C. (1969). Creativity and environmental cues in nursery school children. *Developmental Psychology*, *1*(5), 543.
<https://doi.org/10.1037/h0027977>
- Ward, T. B., Smith, S. M., & Finke, R. A. (1999). Creative cognition. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 189–213). Cambridge Univ. Press

- Wegbreit, E., Suzuki, S., Grabowecy, M., Kounios, J., & Beeman, M. (2012). Visual attention modulates insight versus analytic solving of verbal problems. *The Journal of Problem Solving*, 4(2), 94-115. [https://doi: 10.7771/1932-6246.1127](https://doi.org/10.7771/1932-6246.1127)
- Wei, M. H., & Dzeng, A. (2013). Cultural and Age Differences of Three Groups of Taiwanese Young Children's Creativity and Drawing. *Psychological Reports*, 112(3), 900-912. <https://doi.org/10.2466/21.04.PR0.112.3.900-912>
- Weisberg, R. (1986). *Creativity: Genius and other myths*. WH Freeman/Times Books/Henry Holt & Co.
- Wu, C. H., Cheng, Y., Ip, H. M., & McBride-Chang, C. (2005). Age differences in creativity: Task structure and knowledge base. *Creativity Research Journal*, 17(4), 321-326. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1704_3
- Wu, C. L., & Chen, H. C. (2017). Normative data for Chinese compound remote associate problems. *Behavior Research Methods*, 49(6), 2163-2172. <https://doi.org/10.3758/s13428-016-0849-3>
- Yeh, Y. C., Tsai, J. L., Hsu, W. C., & Lin, C. F. (2014). A model of how working memory capacity influences insight problem solving in situations with multiple visual representations: An eye tracking analysis. *Thinking Skills and Creativity*, 13, 153-167. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2014.04.003>
- Zabelina, D. L. (2018). Attention and creativity. In R. E. Jung & O. Vartanian (Eds.), *The Cambridge handbook of the neuroscience of creativity* (pp. 161–179). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316556238.010>
- Zabelina, D. L., Friedman, N. P., & Andrews-Hanna, J. (2019). Unity and diversity of executive functions in creativity. *Consciousness and Cognition*, 68, 47-56. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2018.12.005>

- Zabelina, D. L., & Robinson, M. D. (2010). Creativity as flexible cognitive control. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 4(3), 136-143. <https://doi.org/10.1037/a0017379>
- Zabelina, D. L., Robinson, M. D., Council, J. R., & Bresin, K. (2012). Patterning and nonpatterning in creative cognition: Insights from performance in a random number generation task. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 6(2), 137-145. <https://doi.org/10.1037/a0025452>
- Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. *Child Development Perspectives*, 6(4), 354-360. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x>
- Zelazo, P. D., & Cunningham, W. A. (2007). Executive Function: Mechanisms Underlying Emotion Regulation. In J. J. Gross (Ed.), *Handbook of Emotion Regulation* (pp. 135–158). The Guilford Press.
- Zelazo, P., Müller, U., Frye, D., Marcovitch, S., Argitis, G., Boseovski, J., . . . Carlson, S. (2003). The Development of Executive Function in Early Childhood. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68(3), I-151. <http://www.jstor.org/stable/1166202>
- Zeng, L., Proctor, R. W., & Salvendy, G. (2011). Can traditional divergent thinking tests be trusted in measuring and predicting real-world creativity? *Creativity Research Journal*, 23(1), 24-37. <https://doi.org/10.1080/10400419.2011.545713>
- Zhao, X., Zhang, W., Tong, D., & Maes, J. H. (2021). Creative thinking and executive functions: Associations and training effects in adolescents. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*. <https://doi.org/10.1037/aca0000392>

Zinke, K., Einert, M., Pfennig, L., & Kliegel, M. (2012). Plasticity of executive control through task switching training in adolescents. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 41. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00041>

APÉNDICES

Apéndice A. problemas de *insight* (Estudio 1)

Problem 1: A man bought a watch for 60 euros and sold it for 70 euros. Then, he returned to the shop, bought it again for 80 euros, and sold it for 90 euros. How much did he earn or lose in total?

The answer is considered correct when it is that “he earned € 20”.

Problema 1: Un hombre compró un reloj por 60 euros y lo vendió por 70 euros. Después, regresó al lugar y lo volvió a comprar por 80 euros y lo vendió por 90 euros ¿cuánto ganó o perdió en total, en los tratos del reloj?

Se considera correcta la respuesta cuando ésta es que “gana 20 €”.

Problem 2: A child who plays on the beach has 6 piles of sand in one part and another 3 piles in another nearby part. If the child gathered them all, how many piles of sand would the child have?

The answer is considered correct when this is “1 pile of sand”.

Problema 2: Un niño/a que juega en la playa tiene 6 montones de arena en una parte y otros 3 montones en otra parte cercana. ¿Si los reuniera todos, cuántos montones de arena tendría?

Se considera correcta la respuesta cuando ésta es “1 montón de arena”.

Problem 3: In the Pérez family, there are 7 sisters and each sister has 1 brother. If we consider the father, Mr. Pérez. How many boys are in the Pérez family? The answer is considered correct when it is “2 boys”.

Problema 3: En la familia de los Pérez, hay 7 hermanas y cada hermana tiene 1 hermano. Si tenemos en cuenta al padre, el señor Pérez. ¿Cuántos varones hay en la familia Pérez?

Se considera correcta la respuesta cuando ésta es “2 varones”.

Problem 4: A prisoner was trying to escape from a cell located on top of a very tall tower. He found in his cell a rope that was half as long as he would need to allow him to reach the ground safely. So, he divided the rope in half, gathered and tied the two halves of the rope and was able to escape. Explain how he could do it?

The answer is considered correct when it is that "the prisoner divided the rope longitudinally thus making it long enough to cover the height of the tower."

Problema 4: Un prisionero estaba intentando escapar de una celda situada en lo alto de una torre muy alta. Él encontró en su celda una soga que era la mitad de larga de lo que necesitaría para permitirle llegar al suelo de forma segura. Así que dividió la soga por la mitad, juntó y ató las dos mitades de la soga y pudo escapar. ¿Explica cómo pudo hacerlo?

Se considera correcta la respuesta cuando ésta es que “divide longitudinalmente la soga consiguiendo así salvar la distancia de altura de la torre”

Apéndice B. Datos normativos para el RAT (Estudio 1).

Proporción de aciertos (media y desviaciones típicas) y correlación ítem-test para toda la muestra y para cada etapa educativa.

Item	Type	Cue words	Solution	Total			Elementary			Secondary			University		
				Mean	SD	r	Mean	SD	r	Mean	SD	r	Mean	SD	r
s01	Semantic	negro/bolsillo/ozono	agujero	0.28	0.45	0.46	0.06	0.24	0.30	0.13	0.33	0.09	0.64	0.48	0.27
s06	Semantic	caricia/escribir/guantazo	mano	0.43	0.50	0.49	0.22	0.41	0.31	0.33	0.47	0.28	0.74	0.44	0.39
s07	Semantic	sillón/televisión/alfombra	salón	0.60	0.49	0.38	0.43	0.50	0.30	0.59	0.49	0.36	0.76	0.43	0.13
s08	Semantic	bola/esquí/muñeco	nieve	0.83	0.37	0.38	0.67	0.47	0.33	0.87	0.33	0.20	0.95	0.22	0.09
s09	Semantic	molestar/desagradable/sonido	ruido	0.41	0.49	0.28	0.25	0.43	0.18	0.41	0.49	0.11	0.58	0.50	0.09
s10	Semantic	amigo/correa/animal	perro	0.69	0.46	0.27	0.63	0.49	0.14	0.58	0.50	0.31	0.88	0.33	-0.06
s12	Semantic	colchón/edredón/habitación	cama	0.79	0.41	0.20	0.71	0.46	0.22	0.84	0.37	0.08	0.82	0.38	0.25
s13	Semantic	centímetro/medir/compresa	regla	0.58	0.49	0.34	0.44	0.50	0.26	0.59	0.49	0.22	0.70	0.46	0.38
s14	Semantic	romántica/cantar/melodía	canción	0.46	0.50	0.24	0.36	0.48	0.20	0.50	0.50	0.25	0.50	0.50	0.23
s16	Semantic	borrego/vaca/sabrosa	carne	0.54	0.50	0.30	0.41	0.49	0.32	0.64	0.48	0.35	0.56	0.50	0.22
s20	Semantic	leyenda/infancia/hada	cuento	0.75	0.44	0.36	0.57	0.50	0.29	0.79	0.41	0.26	0.87	0.34	0.05
s21	Semantic	oscuridad/estrellada/luna	noche	0.73	0.44	0.33	0.60	0.49	0.45	0.75	0.44	0.12	0.84	0.37	0.14
s23	Semantic	comida/redonda/tabla	mesa	0.54	0.50	0.24	0.40	0.49	0.24	0.60	0.49	0.13	0.61	0.49	0.14
s24	Semantic	pata/cómodo/sentarse	silla	0.69	0.46	0.25	0.55	0.50	0.24	0.74	0.44	0.23	0.76	0.43	-0.03
s25	Semantic	cuidadora/mujer/buena	madre	0.50	0.50	0.45	0.13	0.34	0.19	0.63	0.48	0.24	0.72	0.45	0.09
s26	Semantic	planeta/plantas/arena	tierra	0.41	0.49	0.21	0.36	0.48	0.28	0.41	0.49	0.07	0.47	0.50	0.39
s27	Semantic	metal/candado/abrir	llave	0.40	0.49	0.27	0.32	0.47	0.27	0.35	0.48	0.14	0.52	0.50	0.31
s28	Semantic	uva/borracho/bodega	vino	0.91	0.29	0.38	0.82	0.38	0.46	0.93	0.26	0.30	0.96	0.20	0.24
s29	Semantic	bonito/chalet/flores	jardín	0.30	0.46	0.26	0.23	0.42	0.23	0.27	0.45	0.26	0.40	0.49	0.17
s30	Semantic	hoja/ojos/césped	verde	0.27	0.44	0.37	0.06	0.24	0.22	0.23	0.43	0.17	0.50	0.50	0.09
s31	Semantic	gris/tabaco/tos	humo	0.43	0.50	0.38	0.26	0.44	0.14	0.41	0.49	0.42	0.62	0.49	0.17
s32	Semantic	líquido/mar/transparente	agua	0.93	0.26	0.21	0.87	0.34	0.19	0.93	0.26	0.06	0.99	0.10	-0.02

s34	Semantic	oxígeno/sombra/tronco	árbol	0.71	0.46	0.37	0.61	0.49	0.31	0.66	0.48	0.39	0.85	0.36	0.17
s35	Semantic	globos/bailar/cumpleaños	fiesta	0.87	0.34	0.26	0.80	0.40	0.36	0.85	0.36	0.15	0.95	0.22	-0.01
s36	Semantic	volar/rapidez/piloto	avión	0.86	0.35	0.31	0.78	0.41	0.25	0.84	0.37	0.24	0.95	0.22	0.31
s37	Semantic	encia/cepillo/dentista	diente	0.85	0.36	0.20	0.81	0.39	0.31	0.86	0.34	0.23	0.87	0.34	0.06
s38	Semantic	cariño/labios/mejilla	beso	0.85	0.35	0.28	0.79	0.41	0.20	0.85	0.36	0.39	0.92	0.27	0.14
s40	Semantic	camino/acera/ciudad	calle	0.36	0.48	0.24	0.30	0.46	0.22	0.31	0.46	0.21	0.49	0.50	0.15
s41	Semantic	estufa/verano/sudor	calor	0.88	0.33	0.22	0.80	0.40	0.09	0.89	0.31	0.22	0.94	0.24	0.15
s43	Semantic	naturaleza/tranquilidad/hierba	campo	0.46	0.50	0.28	0.30	0.46	0.33	0.50	0.50	0.18	0.57	0.50	0.00
s44	Semantic	pequeño/casas/campesinos	pueblo	0.42	0.49	0.43	0.18	0.38	0.42	0.41	0.49	0.16	0.67	0.47	0.17
s45	Semantic	sonrisa/nariz/moflete	cara	0.65	0.48	0.39	0.47	0.50	0.26	0.65	0.48	0.26	0.83	0.38	0.27
s47	Semantic	bolígrafo/sobre/recibir	carta	0.79	0.41	0.36	0.64	0.48	0.23	0.80	0.40	0.37	0.92	0.27	-0.04
s48	Semantic	agujas/tictac/despertador	reloj	0.88	0.32	0.32	0.81	0.39	0.39	0.89	0.31	0.25	0.94	0.24	0.23
s49	Semantic	arcoíris/pintura/amarillo	color	0.62	0.49	0.33	0.47	0.50	0.29	0.67	0.47	0.31	0.72	0.45	0.14
s50	Semantic	flor/espina/bella	rosa	0.77	0.42	0.42	0.60	0.49	0.52	0.77	0.42	0.13	0.94	0.24	0.00
s51	Semantic	blanco/arroz/anillos	boda	0.60	0.49	0.37	0.39	0.49	0.38	0.62	0.49	0.19	0.76	0.43	0.10
s52	Semantic	dedal/gordo/meñique	dedo	0.60	0.49	0.32	0.48	0.50	0.22	0.60	0.49	0.36	0.71	0.45	0.20
s53	Semantic	diversión/ritmo/moverse	baile	0.71	0.45	0.25	0.65	0.48	0.45	0.74	0.44	0.30	0.74	0.44	-0.01
s54	Semantic	consulta/curar/hospital	doctor	0.59	0.49	0.31	0.39	0.49	0.14	0.58	0.50	0.14	0.78	0.41	0.13
s55	Semantic	punteo/flecha/romano	arco	0.18	0.38	0.20	0.16	0.37	0.22	0.14	0.34	0.19	0.24	0.43	0.26
s57	Semantic	respirar/fresco/viento	aire	0.74	0.44	0.43	0.47	0.50	0.22	0.80	0.40	0.25	0.94	0.24	0.04
s59	Semantic	teatro/estrella/película	actor	0.51	0.50	0.30	0.41	0.49	0.31	0.50	0.50	0.34	0.61	0.49	0.13
s60	Semantic	playa/palmera/barco	isla	0.19	0.40	0.22	0.11	0.32	0.23	0.17	0.38	0.11	0.30	0.46	0.10
c01	Compound	fuego/plumas/uñas	corta	0.85	0.36	0.45	0.72	0.45	0.38	0.86	0.34	0.43	0.96	0.20	0.26
c02	Compound	bosques/espaldas/meta	guarda	0.78	0.41	0.49	0.64	0.48	0.53	0.77	0.42	0.40	0.93	0.26	0.28
c03	Compound	frutas/platos/vajillas	lava	0.84	0.37	0.36	0.79	0.41	0.42	0.79	0.41	0.37	0.94	0.24	0.20
c04	Compound	moscas/ratas/suegras	mata	0.86	0.35	0.47	0.72	0.45	0.52	0.90	0.30	0.41	0.95	0.22	0.19
c05	Compound	caídas/choques/rayos	para	0.91	0.29	0.43	0.84	0.37	0.52	0.91	0.29	0.44	0.97	0.17	0.15
c06	Compound	montañas/purés/tiempo	pasa	0.69	0.46	0.53	0.48	0.50	0.49	0.74	0.44	0.60	0.82	0.38	0.24

c07	Compound	maletas/lámparas/aviones	porta	0.47	0.50	0.49	0.16	0.37	0.14	0.50	0.50	0.43	0.71	0.45	0.21
c08	Compound	manchas/miedos/esmalte	quita	0.88	0.33	0.50	0.73	0.45	0.53	0.95	0.23	0.50	0.95	0.22	0.29
c09	Compound	corchos/muelas/puntas	saca	0.83	0.37	0.44	0.73	0.45	0.54	0.84	0.37	0.35	0.92	0.27	0.39
c10	Compound	manteles/pantallas/vidas	salva	0.82	0.38	0.49	0.71	0.46	0.59	0.82	0.39	0.50	0.93	0.26	0.17
c11	Compound	móvil/servicio/lavado	auto	0.52	0.50	0.41	0.35	0.48	0.37	0.52	0.50	0.37	0.68	0.47	0.21
c12	Compound	cabezas/hielos/olas	rompe	0.75	0.43	0.40	0.67	0.47	0.54	0.69	0.46	0.27	0.89	0.31	0.27
c13	Compound	volea/cesto/pie	balón	0.54	0.50	0.43	0.35	0.48	0.43	0.61	0.49	0.36	0.63	0.48	0.40
c14	Compound	gotas/kilómetros/revoluciones	cuenta	0.84	0.37	0.51	0.72	0.45	0.63	0.86	0.34	0.52	0.93	0.26	0.23
c15	Compound	chimeneas/cristales/parabrisas	limpia	0.84	0.37	0.46	0.66	0.48	0.45	0.90	0.30	0.35	0.95	0.22	0.14
c16	Compound	portada/punto/peso	contra	0.37	0.48	0.45	0.12	0.33	0.26	0.32	0.47	0.26	0.66	0.47	0.16
c17	Compound	razón/sabor/sentido	sin	0.42	0.49	0.58	0.20	0.40	0.39	0.30	0.46	0.47	0.78	0.41	0.35
c18	Compound	gastar/hablado/oliente	mal	0.65	0.48	0.64	0.33	0.47	0.50	0.69	0.46	0.49	0.92	0.27	0.29
c19	Compound	hombre/oferta/mercado	súper	0.52	0.50	0.45	0.38	0.49	0.46	0.42	0.50	0.30	0.75	0.43	0.35
c20	Compound	secretario/rector/presidente	vice	0.50	0.50	0.62	0.21	0.41	0.50	0.43	0.50	0.43	0.87	0.34	0.23
c21	Compound	consola/cámara/club	video	0.59	0.49	0.47	0.34	0.48	0.41	0.65	0.48	0.31	0.77	0.42	0.21
c22	Compound	carro/sierra/bomba	moto	0.24	0.43	0.34	0.16	0.37	0.36	0.20	0.40	0.22	0.36	0.48	0.42
c23	Compound	llamas/misiles/pelotas	lanza	0.55	0.50	0.49	0.28	0.45	0.20	0.54	0.50	0.39	0.83	0.38	0.16
c24	Compound	valorado/rojo/mundo	infra	0.38	0.49	0.58	0.10	0.31	0.36	0.33	0.47	0.39	0.69	0.46	0.46
c25	Compound	arriba/manga/bajo	boca	0.14	0.34	0.38	0.01	0.10	0.07	0.06	0.24	0.16	0.34	0.47	0.36
c26	Compound	pensado/aventurado/venido	bien	0.42	0.49	0.47	0.16	0.37	0.27	0.43	0.50	0.31	0.66	0.47	0.28
c27	Compound	estructura/botellón/espectáculo	macro	0.28	0.45	0.44	0.10	0.31	0.42	0.25	0.44	0.36	0.50	0.50	0.19
c28	Compound	chinas/líneas/buzones	tira	0.48	0.50	0.38	0.22	0.41	0.18	0.59	0.49	0.27	0.62	0.49	0.22
c29	Compound	tensión/calórico/ventilado	hiper	0.39	0.49	0.62	0.05	0.22	0.33	0.37	0.48	0.45	0.72	0.45	0.48
c30	Compound	tesoros/fortunas/recompensas	caza	0.53	0.50	0.51	0.26	0.44	0.33	0.56	0.50	0.53	0.75	0.43	0.07
e01	Expression	descafeinado/solo/cortado	café	0.97	0.17	0.29	0.94	0.24	0.32	0.98	0.13	0.36	0.99	0.10	0.10
e02	Expression	nula/emergencia/tono	salida	0.26	0.44	0.30	0.05	0.22	0.26	0.42	0.50	0.21	0.27	0.44	0.28
e03	Expression	masculino/femenino/opuesto	sexo	0.62	0.49	0.23	0.53	0.50	0.33	0.68	0.47	0.18	0.63	0.48	0.21
e04	Expression	luz/desastre/entorno	natural	0.23	0.42	0.45	0.07	0.26	0.23	0.14	0.35	0.33	0.47	0.50	0.37

e05	Expression	reproductor/circulatorio/eléctrico	aparato	0.64	0.48	0.44	0.42	0.50	0.22	0.73	0.45	0.53	0.75	0.43	0.30
e06	Expression	pública/bruta/armada	fuerza	0.24	0.43	0.29	0.09	0.29	0.21	0.29	0.46	0.31	0.32	0.47	0.05
e07	Expression	primo/negativo/par	número	0.62	0.49	0.61	0.22	0.41	0.45	0.75	0.44	0.47	0.88	0.33	0.07
e08	Expression	lento/urbano/fluido	tráfico	0.19	0.39	0.32	0.06	0.24	0.28	0.18	0.39	0.34	0.33	0.47	-0.03
e09	Expression	adosada/vertebral/dórica	columna	0.64	0.48	0.54	0.38	0.49	0.44	0.72	0.45	0.49	0.79	0.41	0.38
e10	Expression	partido/representante/discurso	político	0.40	0.49	0.52	0.10	0.31	0.11	0.36	0.48	0.36	0.73	0.44	0.31
e11	Expression	diplomática/contrarreloj/universitaria	carrera	0.49	0.50	0.47	0.24	0.43	0.37	0.54	0.50	0.29	0.68	0.47	0.39
e12	Expression	infusa/exacta/ficción	ciencia	0.41	0.49	0.50	0.16	0.37	0.28	0.43	0.50	0.45	0.63	0.48	0.28
e13	Expression	americano/equipo/entrenador	fútbol	0.54	0.50	0.38	0.33	0.47	0.30	0.59	0.49	0.26	0.68	0.47	0.20
e14	Expression	noble/maciza/tallada	madera	0.33	0.47	0.42	0.06	0.24	0.09	0.33	0.47	0.20	0.57	0.50	0.27
e15	Expression	electoral/política/publicitaria	campana	0.32	0.47	0.50	0.04	0.20	0.30	0.32	0.47	0.40	0.59	0.49	0.14
e17	Expression	pretérito/crimen/estado	perfecto	0.33	0.47	0.49	0.05	0.22	0.25	0.40	0.49	0.33	0.52	0.50	0.42
e18	Expression	soviética/monetaria/europea	unión	0.45	0.50	0.53	0.12	0.33	0.39	0.58	0.50	0.45	0.62	0.49	0.33
e19	Expression	lotería/moneda/parador	nacional	0.19	0.39	0.35	0.05	0.22	0.19	0.20	0.40	0.35	0.31	0.46	0.20
e20	Expression	náutico/ortopédico/tacón	zapato	0.58	0.49	0.56	0.23	0.42	0.07	0.59	0.49	0.51	0.91	0.29	0.17
e22	Expression	sangre/gemelo/mayor	hermano	0.53	0.50	0.41	0.30	0.46	0.22	0.55	0.50	0.22	0.74	0.44	0.31
e23	Expression	aire/entrada/taxi	libre	0.10	0.31	0.29	0.01	0.10	0.02	0.10	0.30	0.26	0.20	0.40	0.21
e24	Expression	negrita/cursiva/griega	letra	0.76	0.43	0.63	0.43	0.50	0.58	0.86	0.34	0.48	0.95	0.22	0.14
e25	Expression	parque/broma/juego	infantil	0.12	0.33	0.39	0.00	0.00	0.00	0.09	0.29	0.25	0.28	0.45	0.41
e26	Expression	ambiental/clásica/celestial	música	0.70	0.46	0.46	0.49	0.50	0.24	0.69	0.46	0.50	0.90	0.30	0.06
e27	Expression	justo/especial/familiar	precio	0.14	0.35	0.33	0.03	0.17	0.14	0.07	0.26	0.17	0.33	0.47	0.21
e28	Expression	mediterránea/saludable/equilibrada	dieta	0.79	0.41	0.43	0.59	0.49	0.47	0.87	0.33	0.32	0.88	0.33	0.06
e29	Expression	cuadrado/cúbico/lineal	metro	0.14	0.35	0.21	0.09	0.29	0.17	0.14	0.35	0.21	0.19	0.39	0.19
e30	Expression	cascabel/pitón/marina	serpiente	0.81	0.40	0.47	0.65	0.48	0.47	0.82	0.39	0.41	0.94	0.24	0.16

Apéndice C. Problemas *insight* (Estudio 2)

Problema 1. Un hombre compró un reloj por 60 euros y lo vendió por 70 euros. Después, regresó al lugar y lo volvió a comprar por 80 euros y lo vendió por 90 euros. **¿Cuánto ganó o perdió en total, en los tratos del reloj?**

Se considera correcta la respuesta cuando ésta es que “gana 20 €”.

Problema 2. Un niño/a que juega en la playa tiene 6 montones de arena en una parte y otros 3 montones en otra parte cercana. **¿Si los reuniera todos, cuántos montones de arena tendría?**

Se considera correcta la respuesta cuando ésta es “1 montón de arena”.

Problema 3. Un prisionero estaba intentando escapar de una celda situada en lo alto de una torre muy alta. Él encontró en su celda una soga que era la mitad de larga de lo que necesitaría para permitirle llegar al suelo de forma segura. Así que dividió la soga por la mitad, juntó y ató las dos mitades de la soga y pudo escapar. **¿Explica cómo pudo hacerlo?**

Se considera correcta la respuesta cuando ésta es que “divide longitudinalmente la soga consiguiendo así salvar la distancia de altura de la torre”.

Problema 4. Hay un antiguo invento, usado en todas las partes del mundo, que nos permite a las personas ver a través de las paredes. **Di de qué invento se trata...**

Se considera correcta la respuesta cuando ésta es “la ventana”.

Problema 5. El señor González estaba limpiando, subido en una larga escalera de mano de 60 peldaños, las ventanas de una oficina situada en un bloque de pisos, de

pronto resbaló y cayó en la acera donde había apoyado la escalera. Increíblemente, él quedó ileso, no tuvo ningún daño. ***Explica cómo puede ser esto posible.***

Se considera correcta la respuesta cuando ésta es “estaba limpiando las ventanas de la planta baja del edificio”.

Problema 6. Un joven apagó las luces en su dormitorio y pudo acostarse antes de que el cuarto se quedara a oscuras. Si la cama está a diez pasos del interruptor de la lámpara y la bombilla y él no usó ningún alambre, cordones, u otro artilugio para apagar la luz. ***¿Cómo pudo hacerlo?***

Se considera correcta la respuesta cuando ésta es: “se acostó siendo de día”.

Apéndice D. Problemas RAT (Estudio 2)

<i>PALABRAS</i>			<i>SOLUCIÓN</i>
queso	ordenador	elefante	<i>Ratón</i>

<i>PALABRAS</i>			<i>SOLUCIÓN</i>
palillos	sonido	cuero	<i>Tambor</i>

	<i>PALABRAS</i>			<i>SOLUCIÓN</i>
25	cuidadora	mujer	buena	
32	líquido	mar	transparente	
43	naturaleza	tranquilidad	hierba	
10	amigo	correa	animal	
45	sonrisa	nariz	moquete	
12	colchón	edredón	habitación	
09	molestar	desagradable	sonido	
18	rueda	motor	caballo	
23	comida	redonda	tabla	
55	puente	flecha	romano	
35	globos	bailar	cumpleaños	

57	respirar	fresco	viento	
26	planeta	plantas	arena	
02	estudiar	cuaderno	página	
21	oscuridad	estrellada	luna	
16	borrego	vaca	sabrosa	
29	bonito	chalet	flores	
11	vestir	armario	camisa	
04	mojado	paraguas	nube	
17	mendigo	persona	dinero	

<i>PALABRAS</i>			<i>SOLUCIÓN</i>
médica	diagnóstica	escrita	<i>Prueba</i>
<i>PALABRAS</i>			<i>SOLUCIÓN</i>
natural	lunar	rural	<i>Paisaje</i>

<i>PALABRAS</i>			<i>SOLUCIÓN</i>
botellas	cartas	latas	<i>abre</i>
<i>PALABRAS</i>			<i>SOLUCIÓN</i>
tercero	cuarto	quinto	<i>décimo</i>

	<i>PALABRAS</i>			<i>SOLUCIÓN</i>
30	cascabel	pitón	marina	
07	maletas	lámparas	aviones	
27	justo	especial	familiar	
05	caídas	choques	rayos	
13	volea	cesto	pie	
16	civil	cuerpo	seguridad	
30	tesoros	fortunas	recompensas	
06	pública	bruta	armada	
26	ambiental	clásica	celestial	
15	chimeneas	cristales	parabrisas	
20	secretario	rector	presidente	
13	americano	equipo	entrenador	
14	gotas	kilómetros	revoluciones	
11	diplomática	contrarreloj	universitaria	
10	manteles	pantallas	vidas	
02	nula	emergencia	tono	
	náutico	ortopédico	tacón	

20				
06	montañas	purés	tiempo	
18	gastar	hablado	oliente	
18	soviética	monetaria	europaea	

Apéndice E. Instrucciones en tareas de inhibición (Estudio 2)

1. Tarea “Stroop” (Stroop, 1935).

En esta prueba vais a ver, en el centro de la pantalla del ordenador, un “+”, y después veréis números o asteriscos. Puede aparecer un número o asterisco solo, o también pueden aparecer dos, tres y hasta cuatro. Tenéis que estar muy atentos y decir lo más rápido que podáis cuántos hay, la cantidad, no el número que está escrito.

Mirad la pantalla, os aparecen tres ejemplos. En el primero, aparecen dos asteriscos, así que hay que responder 2; en el segundo, os aparecen 3 treses, así que hay que responder 3; y en el último ejemplo, os aparecen 3 cuatros, aquí también hay que responder 3 (hacer hincapié en este ejemplo). ¿Lo habéis entendido? No tenéis que hacer caso al número que está escrito, pero sí a la cantidad de números o asteriscos que hay.

Pulsad la TECLA “1”.

Para responder tenéis que pulsar los números de la parte de arriba del teclado. Así que, ahora, poned vuestros dos dedos índice y medio/corazón de las dos manos sobre las teclas 1,2,3 y 4. Tenéis que quedaros en esa posición para dar una respuesta lo más rápido que podáis, pero es más importante hacerlo bien. (... gesticular la posición de los dedos).

Primero vais a hacer unos ejemplos de práctica para que veáis cómo es y, después, seguiremos con más.

¿Estáis preparados? Cuando estéis listos pulsad la TECLA “A” para comenzar a practicar.

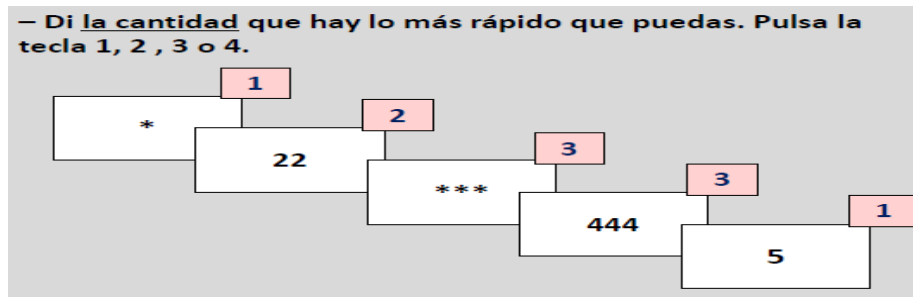
[Después de que todos terminen la práctica]

Ahora vais a tener que hacer lo mismo, pero con más números. Solo cambia que ya no os va a poner si lo hacéis bien u os habéis equivocado, correcto-incorrecto.

Recordad, tenéis que decir cuántos números o asteriscos hay, lo más rápido que podáis intentando no equivocaros. Os van a salir unas pantallas para que descanséis

un poco, cuando estéis listos, en silencio, podéis seguir haciendo el resto.

¿Listos? PULSAD LA "A".



2. Tarea Go no-go (Logan y Cowan, 1984).

En esta prueba solo vais a ver letras. Van a aparecer de una en una en el centro de la pantalla. Primero aparecerá un “*” para indicaros que ahí saldrá la letra, y después la letra. Puede ser cualquiera, A, B, C, D, ... hasta la Z.

Cuando veáis cualquiera de estas letras tenéis que pulsar lo más rápido que podáis la tecla **SI**, EXCEPTO cuando salga la letra X, a la X no tenéis que darle a nada. ¿Lo habéis entendido?

Son un montón de letras, así que tenéis que estar concentrados/as y en silencio durante todo el tiempo que dure este ejercicio.

Os saldrá una pantalla para que descanséis. Cuando estéis listos podéis continuar.

¿Preparados?. PULSAD LA TECLA “1”.

– Pulsa la tecla cada vez que aparezca una letra, EXCEPTO a la X.

Pulsa lo más rápido que puedas. Intenta no darle a la X.

F	Pulsar
E	Pulsar
X	¡NO PULSAR!
T	Pulsar

Apéndice F. Instrucciones en tareas de cambio (Estudio 2)

1. Tarea Más-menos. Adaptación de Hillman y colaboradores (2006).

*El siguiente ejercicio es el Juego de los Números. Vais a tener que hacer sumas y restas, pero son muy sencillas, no tenéis que preocuparos. Vais a ver que los números están escritos en color **rojo** y **azul**.*

Cuando veáis un número rojo tendréis que sumarle 2 a ese número y escribir el resultado de esa suma con el teclado.

Si el número es azul tendréis que restarle 2, e igual que antes, escribir con el teclado el resultado de esa resta.

No vais a ver el número que marcáis, pero tenéis que hacerlo bien porque el ordenador lo registra.

Es muy sencillo, ¿lo habéis entendido?

PRIMERO VAIS A HACER algunas sumas y restas para que veáis qué fácil es. Después seguiremos con más. ¿Preparados?.

Pulsad la TECLA “1” para empezar.

– Suma o resta 2 lo más rápido que puedas. Intenta no equivocarte.

A los números ROJOS súmale 2.	71	+ 2 = 73
A los números AZULES réstale 2.	20	- 2 = 18
	45	- 2 = 43
	24	+ 2 = 26

2. Tarea Número-letra. Adaptación de Lee y colaboradores (2009).

En esta prueba se mezclan las letras y los números. Van a ir siempre juntos, en parejas, a2, j8, o3, w5, ..., pueden aparecer en cualquiera de las cuatro esquinas de la

pantalla, de uno en uno, en la esquina derecha superior, o inferior, o en el lado izquierdo, arriba o abajo. VUESTRA TAREA es decir si los números son pares y si las letras son vocales. Nada más.

(presiona la barra espaciadora para continuar con las instrucciones).

LO VAMOS A HACER EN TRES PARTES.

EN LA PRIMERA, solo van a aparecer parejas de letra y número en la parte de arriba, a la izquierda o la derecha. Cuando salgan arriba SOLO tenéis que fijaros en los números. Mirad el teclado, pone SI y NO, cuando salga un número par tenéis que darle a SI, y si aparece un número impar, tenéis que pulsar NO.

Tenéis que responder lo más rápido que podáis, pero es más importante que lo hagáis bien, sin equivocaros. ¿Lo habéis entendido?

Repetimos, solo van a aparecer parejas de letra-número en la parte de arriba. Cuando salgan arriba tenéis que fijaros en los números y si es un número par, pulsar la tecla SI. Si es impar, pulsar NO.

Primero haréis unos cuantos ejemplos, ¿listos? PULSAD 1.

– Pulsa SI cuando veas un número PAR o una letra VOCAL. Lo más rápido que puedas. Intenta no equivocarte.

En la fila de **ARRIBA** fijate en los **números**.
PAR = SI
IMPAR = NO

En la fila de **ABAJO** fijate en las **letras**.
VOCAL = SI
CONSONANTE = NO

a2	SI
e5	SI

Apéndice G. Instrucciones en tareas de actualización (Estudio 2)

1. Tarea n-back (Salthouse, Atkinson y Berish, 2003).

Van a aparecer números en la pantalla, uno detrás de otro. Tenéis que decir si un número coincide o no con otro presentado anteriormente.

Vamos a empezar con el PRIMER NIVEL. Pulsad cualquier tecla.

En este nivel tenéis que pulsar la tecla SI cada vez que aparezca un número igual al presentado UNA posición atrás. Cuando esto no ocurra, es decir, cuando el número que se presenta no sea igual al presentado UNA posición atrás tienes que pulsar la tecla NO. Siempre hay que dar una respuesta SÍ/NO.

Para que lo entiendas mejor vamos a ver un ejemplo. PULSAD “1”. Este es el esquema de una secuencia que te puede aparecer. Primero aparece el 4 al que tendrías que responder que NO, puesto que es el primer número y no puedes compararlo. Lo mismo sucede con el 2 siguiente. Posteriormente aparece un 2, como es el mismo número que se ha presentado una posición atrás tienes que pulsar que SI. Después aparece el 2, como es el mismo número que una posición atrás también se pulsa que SI. El 3 no se ha presentado ni siquiera antes en la secuencia, al igual que el 5.

¿Lo habéis entendido? Podéis PULSAR “1” para comenzar una práctica.

[Terminado el bloque de práctica, se preguntaba a los participantes para asegurarnos que lo habían entendido, tras lo cual volvían a pulsar una tecla del ordenador y aparecía en la pantalla instrucciones para realizar el primer bloque experimental (span 1), compuesto de 31 ensayos. Una vez terminado el mismo, se presentaban en la pantalla del ordenador las instrucciones para realizar el segundo bloque de ensayos experimentales, y volviendo a presionar una tecla prefijada, aparecía el citado segundo bloque (span 2), compuesto por 32 ensayos. Se siguió el mismo procedimiento en el tercer bloque experimental (span 3): presentación de instrucciones en la pantalla, y al finalizar estas (volviendo a presionar una tecla del ordenador) se iniciaba éste último bloque, compuesto por 33 ensayos].

- 1

Nivel 1. Pulsa SI cada vez que veas un número igual que el presentado uno antes.

- 2

Nivel 2. Pulsa SI cada vez que veas un número igual que el presentado DOS veces antes.

- 3

Nivel 3. Pulsa SI cada vez que veas un número igual que el presentado TRES veces antes.

2. Tarea Actualización con operaciones numéricas (Oberauer yKliegl, 2001; Salthouse, Babcock, y Shaw, 1991).

A continuación, verás unas casillas colocadas horizontalmente en la pantalla. Dentro de cada casilla aparecerá un número inicial. Posteriormente, se presentarán operaciones matemáticas, como, por ejemplo, +2 o -1.

La tarea consiste en realizar mentalmente la operación aritmética que aparezca en la casilla, es decir, sumar o restar el valor al número inicial que se había presentado en esa misma casilla (ej: $65+2= 67$), y memorizar el resultado para aplicarle la

siguiente operación que aparezca en la misma casilla.

Tienes que hacer lo mismo para cada una de las casillas que se presenten.

Finalmente, las casillas aparecerán en gris y tendrás que escribir con el teclado el último resultado que has obtenido en cada una. Tras escribir la respuesta en una casilla debes pulsar la tecla INTRO para pasar a la siguiente.

Comenzarás con una casilla y poco a poco el número de éstas irá aumentando.

Antes de empezar la tarea experimental vamos a realizar juntos unos ensayos de práctica para comprobar que entiendes bien la tarea. Vas a comenzar con una sola casilla. PULSA “1” para empezar a practicar.

(Una vez que el participante realiza los dos ensayos de práctica con una casilla, aparecen dos casillas).

Bien, ahora aparecen dos casillas, tienes que realizar las operaciones de las dos casillas y recordar el resultado de cada una de ellas.

¿Lo has entendido? ¿Tienes claro lo que tienes que hacer y cómo tienes que responder?.

Ahora vas a hacer tú la tarea. Yo estaré aquí contigo, pero no puedo ayudarte, debes hacerla tú. Cuando estés preparado/a puedes PULSAR “2” y continua.

– Realiza las operaciones de cada casilla memorizando los números.

6	
	23
	+2
-2	
+1	
?	?

Escribe el resultado de cada operación.