

# *Funcionamiento de las redes atencionales en la adultez joven y el nivel de educación*

David Balseca-Bolaños; Ana León-Tapia; Marco Gamboa-Proaño; Karla Pérez-Lalama

Cómo citar este artículo:

Balseca-Bolaños, D., León-Tapia, A., Gamboa-Proaño, M., & Pérez-Lalama, K. (2022). Funcionamiento de las redes atencionales en la adultez joven y el nivel de educación. *Acta Colombiana de Psicología*, 25(2), 181-195. <https://www.doi.org/10.14718/ACP.2022.25.2.12>

*Recibido, octubre 18/2021; Concepto de evaluación, abril 06/2022; Aceptado, mayo 04/2022*

**David Balseca-Bolaños\***

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1608-6270>  
Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

**Ana León-Tapia**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9623-8739>  
Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

**Marco Gamboa-Proaño**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3971-5156>  
Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

**Karla Pérez-Lalama**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1536-6350>  
Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

## Resumen

El objetivo del presente estudio fue observar el efecto de las variables nivel de estudios y adultez joven en la tarea de redes atencionales. Para ello, participaron 58 personas de población general separados en grupos de estudiantes y no estudiantes, y en adultez emergente y temprana, con los cuales se llevó a cabo un diseño experimental, utilizando como paradigma principal la tarea de redes atencionales. Los resultados mostraron que los grupos de estudiantes y no estudiantes no difirieron en rendimiento en ninguna de las condiciones de las redes, pero que, en cuanto a la variable adultez joven, hubo un efecto de interacción entre el tipo de adultez y la red de orientación, siendo el grupo adulto emergente más rápido que el grupo adulto temprano. Además, un análisis correlacional demostró que la edad correlacionó moderada y positivamente con el tiempo de reacción de todas las condiciones de la tarea atencional. Al final se discute la importancia del nivel de educación superior y la adultez joven sobre el funcionamiento de las redes atencionales en el campo de la psicología diferencial, y se mencionan las implicaciones de estos resultados en el ámbito clínico.

*Palabras clave:* redes atencionales, diferencia relacionada con la edad, educación.

## *Functioning of attentional networks in young adulthood and level of education*

### Abstract

The aim of this study was to observe the effect of the variables educational level and young adulthood on the attentional networks task. Fifty-eight people from the general population were divided into groups of students and non-students, and in emerging and early adulthood, with whom an experimental design was carried out, using the Attentional Networks task as the main paradigm. The results showed that the student and non-student groups did not differ in performance in any of the network conditions, but regarding the young adulthood variable, there was an interaction effect between the type of adulthood and the orienting network, with the emerging adult group being faster than the early adult group. In addition,

\* Grupo de Investigación de Psicología Clínica y Salud Mental (PsicicaS), Facultad de Ciencias Psicológicas, Laboratorio de Psicología Experimental. Bolivia s/n y Eustorgio Salgado, Quito, Ecuador. [dfbalseca@uce.edu.ec](mailto:dfbalseca@uce.edu.ec), [amleont@uce.edu.ec](mailto:amleont@uce.edu.ec), [magamboa@uce.edu.ec](mailto:magamboa@uce.edu.ec), [kgperez@uce.edu.ec](mailto:kgperez@uce.edu.ec)

a correlational analysis showed that age was moderately and positively correlated with reaction time for all attentional task conditions. In the end, the importance of higher education level and young adulthood on the functioning of attentional networks in the field of differential psychology is discussed, and the implications of these results in the clinical setting are mentioned.

*Keywords:* attentional networks, age-related difference, education.

## Introducción

Posner y Petersen (1990) plantean que la *atención* es una función compleja que debe abordarse desde diversos componentes. Desde un modelo conexionista, conceptualizan la existencia de tres redes atencionales: la red atencional de vigilancia, la red atencional de orientación y la red atencional de control (Posner & Rothbart, 2004, 2007; Wang & Fan, 2007). Cada una de estas redes tiene un correlato neural específico (Luna, Lupiáñez et al., 2021; Westlye et al., 2011) y una función concreta (Callejas et al., 2005; De Souza Almeida et al., 2021; Luna, Roca et al., 2021); sin embargo, también pueden estar interconectadas neuronalmente (Markett et al., 2022; Spagna et al., 2016), a través de varias vías de proyección—como sucede entre la red atencional de orientación y la de alerta— (Xuan et al., 2016), y a nivel conductual cuando el funcionamiento de una red incide sobre el rendimiento de la otra (Fan et al., 2009; Funes & Lupiáñez, 2003).

La primera red, denominada *red atencional de vigilancia u alerta*, se caracteriza por generar un estado de activación fisiológica y conductual ante un estímulo de intensidad fuerte que provoca la sensibilidad del organismo (Callejas et al., 2005; Luna et al., 2018; Luna et al., 2022). A nivel neuronal esta red tiene como base el lóbulo frontal, parietal y el *locus coeruleus*, en el que se encuentra el neurotransmisor de la norepinefrina, implicado en el sistema de alerta del organismo (Posner, 2012; Rothbart & Posner, 2015).

Por su parte, la *red atencional de orientación* dirige la atención hacia un lugar en el espacio, previo a la aparición de un estímulo externo relevante (Fan et al., 2009; Posner, 2016). La presencia de esta señal predictora genera un fenómeno de facilitación que permite la orientación de la atención y maximiza la percepción y velocidad de procesamiento del estímulo (Chica et al., 2014; Funes & Lupiáñez, 2003). Este tipo de atención puede darse de manera abierta, ya sea presentando respuestas conductuales específicas como movimientos oculares, o de manera encubierta, es decir, sin movimientos oculares específicos (Mengotti et al., 2020). La base neural de esta red se encuentra ubicada en

la corteza parietal posterior (Rothbart & Posner, 2015; Sturm et al., 2006).

Y la tercera red, la *red de control ejecutivo*, tiene la función de inhibir determinadas respuestas frente a un conflicto estimular (Fan, 2014; Spagna et al., 2015). Su funcionamiento se evidencia cuando se requiere planificación, desarrollo de estrategias, generación de respuestas novedosas y regulación de respuestas emocionales como el control de esfuerzo (Fernandez-Duque et al., 2000; Mackie et al., 2013). A nivel neuroanatómico existen algunas estructuras que se encuentran ligadas a esta función, como la corteza del cíngulo anterior y el área dorsolateral prefrontal (Neta et al., 2017; Posner, 2012).

Ahora bien, las redes atencionales son sistemas dinámicos que pueden cambiar a lo largo del tiempo tanto a nivel de estructura cerebral como en su funcionamiento. Estos cambios pueden ser producto de diversas influencias, tales como los factores ambientales y ontogenéticos, entre los más importantes (Federico, 2020; McCormick, 2022; Posner et al., 2015; Rothbart & Posner, 2015; Rueda et al., 2015). Como factor ambiental, la educación parece jugar un papel de gran importancia sobre el desempeño atencional (Posner & Rothbart, 2005; Rodrigues & Zimmer, 2016); mientras que, a nivel ontogenético, determinadas etapas del desarrollo han demostrado tener una gran influencia sobre varias funciones ejecutivas, incluyendo las redes atencionales (O'Connell & Basak, 2018; Williams et al., 2016; Zhou et al., 2011).

A nivel educativo se ha observado que la mejora atencional se debe a un proceso denominado *enriquecimiento cognitivo*, en el cual las condiciones académicas, de ocio o ambientales pueden contribuir a la mejora de las capacidades cognitivas y cerebrales, a la vez que permiten a la persona prevenir enfermedades neurodegenerativas a futuro (Dause & Kirby, 2019; Kramer et al., 2004; Milgram et al., 2006; Riley et al., 2002; Schoentgen et al., 2020). De hecho, se ha planteado que los mismos mecanismos de aprendizaje escolar—como el almacenamiento y la recuperación de la información— también se encuentran implícitos en el funcionamiento de las redes atencionales (Posner & Rothbart,

2014). Por ejemplo, se han identificado conexiones entre la corteza cingulada anterior —base neuroanatómica del control ejecutivo y la orientación de control— y algunas estructuras como el hipocampo —área involucrada en varios procesos de aprendizaje— (Weible, 2013).

Aunque gran parte de esta teorización se ha llevado a cabo con población escolar (Rueda et al., 2015), existe evidencia de que la educación superior podría mejorar la capacidad atencional de las personas. En este sentido, se ha visto que la educación universitaria incrementa la retención de información y el control cognitivo —mecanismos implícitos en la atención— en comparación con grados de educación inferiores (Guerra-Carrillo et al., 2017).

Usando otros paradigmas atencionales similares a los de Posner, como el paradigma *Stroop* de colores (van der Elst et al., 2006) y la tarea *Stop and go switch* (Tun & Lachman, 2008), se ha observado que las personas con niveles de estudios superiores tienen menor tiempo de reacción que aquellas personas que no están insertas en un sistema de educación o tienen menor nivel educativo. Incluso, a nivel neuronal se ha encontrado que el nivel de educación puede estar relacionado con la activación neuronal durante tareas atencionales relacionadas con funciones similares a la de red atencional, como el control cognitivo (Bonnet et al., 2009). Concretamente, usando el paradigma atencional *go/no go* —que es análogo a la red de control cognitivo en Posner—, Bonnet et al. (2009) demostraron que las personas que tienen un nivel de educación superior tienen mayor activación a nivel del cerebelo y menos activación en la corteza prefrontal y parietal en comparación con las personas sin educación superior. Los autores conceptualizaron que, con más años de educación, mayores son los procesos de automatización atencional vía cerebelo producto del enriquecimiento cognitivo.

Por otro lado, en el ámbito del desarrollo se ha encontrado que diversas etapas a lo largo de la vida de las personas pueden incidir sobre las funciones cognitivas, incluidas las redes atencionales (Mullane et al., 2016; Posner et al., 2017). Por ejemplo, se ha planteado la hipótesis de eficiencia en la curva de los procesos cognitivos, los cuales inician lentamente en la infancia, se desarrollan mejor en la adultez —sobre todo en la emergente— y declinan en la senectud (McAvinue et al., 2012). Dentro de esta curva, se ha observado mayor eficiencia atencional en la adultez joven respecto a otras etapas, como la adultez mayor (Jennings

et al., 2007; Ren et al., 2019), la adolescencia (Giovannoli et al., 2021; Thillay et al., 2015) y la infancia (Cromer et al., 2015). De hecho, se ha esbozado que el punto de máximo desarrollo cognitivo en esta etapa obedece a que los procesos madurativos alcanzan su clímax en esta etapa adulta y no terminan con la adolescencia, como se creía anteriormente (Hochberg & Konner, 2020).

A nivel neural se han observado, en la etapa adulta, cambios de crecimiento y desarrollo mielínico y procesos relacionados con la poda sináptica, por lo que se ha equiparado esta etapa a un periodo sensible, y por lo tanto sería una de las más críticas en el desarrollo (Mashhoon et al., 2014; Mills & Tamnes, 2020; Sowell et al., 2001). No obstante, hay que tener en cuenta que este desarrollo madurativo está más acentuado en los primeros diez años del inicio de la llamada *adultez joven* y, por tanto, podría ser diferenciado de los rangos de edad posteriores respecto a esa misma etapa. En este sentido, algunos autores han denominado al inicio de la adultez joven como post-adolescencia o *adultez emergente*, para diferenciarlo de su etapa posterior, denominada *adultez temprana* (Mitchell & Syed, 2015; Reifman et al., 2007).

Según el planteamiento de Arnett et al. (2014), la *adultez emergente* oscilaría en un rango que va desde los 18 hasta los 29 años, mientras que la *adultez temprana* comprendería un rango desde los 30 hasta los 40 años. Aunque a nivel madurativo, cognitivo y emocional se ha visto una clara diferencia entre estas etapas, solo contamos con información referencial en cuanto a procesos atencionales y sus bases neurales relacionadas a estos dos periodos.

Así, en el campo neuronal se ha encontrado que la reducción de la materia gris cortical está asociada inversamente al crecimiento de las caras dorsales de los lóbulos frontales en la adultez emergente hasta los 29 años (Blakemore & Choudhury, 2006; Sowell et al., 1999). Este proceso neuronal también se ha asociado con un funcionamiento mejorado de las funciones cognitivas (Sowell et al., 2001) y en el que podrían estar involucrados los procesos atencionales. De hecho, existe un estudio de trayectorias por edad —incluidas la adultez joven— en el que se dio un decremento del tiempo de reacción desde el inicio de la edad emergente hasta la adultez temprana en las redes de orientación y alerta usando el paradigma de las redes atencionales (Waszak et al., 2010); fenómeno que también se ha observado usando otros paradigmas atencionales, como la atención

sostenida —análogo a la red de alerta— y la selectividad de la atención y capacidad de atención —análogo a la red de control cognitivo— (McAvinue et al., 2012). Aunque estos últimos estudios no son comparativos entre estas dos etapas de desarrollo, dan luz a posibles planteamientos en los que la adultez emergente pueda tener una mejor eficiencia atencional respecto a la adultez temprana.

Por este motivo, el objetivo del presente estudio fue observar la influencia de los factores de educación superior y adultez joven sobre las redes atencionales. Para ello, se plantearon tres hipótesis con base en el marco teórico fundamentado anteriormente: (a) se observarán diferencias de funcionamiento atencional en las tres redes atencionales, siendo las personas ingresadas en un nivel de educación superior más rápidas en tiempo de reacción; (b) se observarán diferencias de funcionamiento atencional en las tres redes atencionales, siendo la población adulta emergente más rápida en tiempo de reacción que la población adulta temprana; y (c) el tiempo de reacción tenderá a aumentar con la edad, acorde con lo visto en los estudios de trayectorias por edad en la etapa adulta joven.

Para probar estas hipótesis se utilizó como medida dependiente el tiempo de reacción de respuestas correctas, ya que esta variable es la que más se ve afectada por las variables sociodemográficas —educación y edad adulta— en tareas experimentales de control cognitivo (van der Elst et al., 2006); además, es la variable que más se ha utilizado en la tarea de redes atencionales (Funes & Lupiáñez, 2003).

## Método

### Diseño

Se diseñó un estudio experimental mixto de medidas repetidas ( $2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3$ ), con variación de parcelas divididas, en el que las variables intersujetos fueron categóricas —no manipuladas—, mientras que a nivel intrasujeto una variable fue manipulada para esos mismos grupos (Balluerka & Vergara, 2002). Las variables independientes entre sujetos fueron las categorías “estudiantes” y “no estudiantes”, y “adultez emergente” y “adultez temprana”; mientras que las variables independientes activas o manipuladas a nivel intrasujetos fueron las redes de alerta —“sonido”, “sin sonido”—, orientación —“sin señal”, “señal válida”, “señal

inválida”— y control cognitivo —“neutral”, “congruente”, “incongruente”—. El tiempo de reacción de los aciertos en todas estas condiciones se tomó como variable dependiente.

### Participantes

Participaron 58 personas entre estudiantes universitarios y público general: 29 estudiantes universitarios (17 hombres,  $M_{edad} = 23.48$  años,  $DE = 2.18$ ) y 29 personas sin estudios universitarios (13 hombres,  $M_{edad} = 36.06$  años,  $DE = 6.85$ ). Se utilizó un muestreo probabilístico para determinar el tamaño muestral con el programa G\*power para un ANOVA de medidas repetidas mixto (Faul et al., 2007), en el que se establecieron los grupos con una potencia de .80 y un tamaño de efecto de 0.5. A partir de ello, se recurrió a un muestreo por participación voluntaria mediante una convocatoria abierta a través de redes sociales y afiches distribuidos a lo largo de la institución, y se seleccionó a aquellos participantes que cumplieran con los criterios de inclusión del estudio. La recurrencia a estos tipos de muestreos dirigidos y probabilísticos es común en diversas investigaciones (Onwuegbuzie & Collins, 2007).

Por “estudiantes” se definió aquellas personas insertas en el sistema de educación superior, que se encontraban cursando una carrera de pregrado o posgrado, con un límite de hasta 19 años de escolaridad. De los 29 estudiantes, 27 tenían estudios de grado y dos estaban cursando estudios de posgrado ( $M_{años\ de\ estudio} = 17.09$ ,  $DE = 2.85$ ). En cuanto al grupo de “no estudiantes”, se consideró dentro de los criterios de inclusión a aquellas personas que no tuvieran un título de educación terciaria, ya sea que no habían culminado sus estudios o que nunca ingresaron al sistema de educación superior, con un límite de hasta 13 años de escolaridad. Con base en ello, el grupo de “no estudiantes” estuvo conformado por 27 participantes con estudios de nivel secundario y dos de ellos con nivel primario ( $M_{años\ de\ estudio} = 11.58$ ,  $DE = 1.54$ ). De este grupo, ocho participantes se encontraban en desempleo, y los 19 restantes tenían trabajo remunerado.

Asimismo, se dividió a esta población en función de la etapa de adultez —emergente o temprana— en la que se encontraran, tras lo cual quedó un grupo de 30 personas (rango: 19-29 años,  $M = 24.50$ ,  $DE = 3.18$ ) que se denominó “adultez emergente”, y otro de 28 participantes (rango: 30-40 años,  $M = 34.76$ ,  $DE = 4.55$ ) denominado “adultez temprana”. La división en esos rangos de edad

se realizó a partir de las categorías de la adultez joven de Arnett et al. (2014).

Para corroborar los criterios, se aplicó a los participantes una ficha de datos sociodemográficos para verificar los criterios de inclusión según las variables a controlar en cuanto a rango de edad y nivel de escolaridad. Los criterios de exclusión fueron: (a) presentar problemas psiquiátricos o neuropsicológicos; (b) estar consumiendo algún tipo de medicamento psicofármaco; y (c) tener problemas médicos que pudiesen afectar la visibilidad de los estímulos.

#### *Aspectos éticos*

Previamente, la investigación fue revisada y aprobada por el Subcomité de Ética en Investigación de la Universidad Central del Ecuador, por lo cual se siguieron los lineamientos de la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (Manzini, 2000) para estudios experimentales con seres humanos. El consentimiento informado se elaboró según las consideraciones éticas nacionales como el Reglamento de Información Confidencial en el Sistema Nacional de Salud del Ecuador (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2015), de modo que se informó el carácter voluntario de la participación en el experimento y se especificó a los asistentes que podían abandonar el procedimiento en el momento en que ellos lo consideraran necesario, si es que no se sentían conformes con el proceso, incluso si ya habían firmado su participación. El presente proyecto de investigación fue certificado con “viabilidad ética”, a partir de valoraciones jurídicas, bioéticas y metodológicas, con un nivel de riesgo nulo de estudio, con el siguiente número de identificador: 102-FCP-UCE-DD-2019.

#### *Instrumentos*

Para observar la diferencia de rendimiento entre los grupos, se hizo uso de la *Tarea de redes atencionales*, en su versión modificada por Callejas et al. (2005). Esta tarea es una unión entre la tarea experimental para medir atención de Posner (1980) y la tarea de *Flankers* para medir control cognitivo de Eriksen y Eriksen (1974), aunque con algunas modificaciones (Callejas et al., 2005). Por ejemplo, para la red de alerta se usan estímulos sonoros y no sonoros; para la red de orientación, en lugar de cajas parpadeantes, se usan asteriscos que pueden anticipar al estímulo objetivo posterior; y para la red de control cognitivo se mantienen los estímulos en forma de varias flechas de la tarea *Flanker*,

que pueden salir en una misma dirección u en dirección opuesta.

El objetivo de la tarea consiste en identificar la dirección de las flechas de esta última red de manera precisa y rápida, pasando previamente por los estímulos de las anteriores redes. Para medir el funcionamiento de esta tarea se contempló el tiempo de reacción de los ensayos con aciertos a través de segundos y milisegundos. La programación de la tarea experimental se efectuó usando el software E-PRIME®, versión 3 (Psychology Software Tools, Pittsburgh, PA).

#### *Procedimiento*

Antes de iniciar el experimento se realizó un bloque de prácticas que consistió en 24 ensayos para que los participantes pudieran familiarizarse con el procedimiento. Posteriormente, inició el bloque experimental que contó con 15 bloques, con un total de 288 ensayos distribuidos aleatoriamente.

La tarea experimental consistió en la presentación de un punto de fijación en forma de cruz (+) que permanecía invariante durante todos los ensayos. Al cabo de 400 a 1600 ms, se presentaba un sonido de 500 Hz, cuya duración era de 50 ms, al menos en los ensayos con sonido de la red de alerta. Cuando esta condición de alerta desaparecía, se volvía a presentar el punto de fijación solo (+). Después de 400 ms, aparecía en la parte superior o inferior de esta cruz un asterisco, señalando el inicio de la red de orientación. En un tercio de los ensayos de la red de orientación no aparecía ningún asterisco, considerados ensayos “sin señal”. Cuando los asteriscos se presentaban en el mismo lugar de aparición del estímulo objetivo, se consideraban “ensayos válidos”, caso contrario, se consideraban “ensayos inválidos”. El estímulo objetivo mencionado pertenecía a la última red de control cognitivo; red que aparecía después de que se volvía a presentar el punto de fijación por breves milisegundos, posteriormente a los ensayos de orientación. Así, en esta última red, la respuesta de los sujetos debía estar ligada a la orientación de las flechas. En los “ensayos congruentes”, las cinco flechas seguidas se presentaban en una misma dirección; para los “ensayos incongruentes”, todas las flechas cambiaban en dirección contraria; y para los “ensayos neutros”, solo aparecía la flecha de la mitad. Para la flecha de orientación derecha se presionaba la tecla “M” y para la orientación de la flecha a la izquierda se presionaba la letra “Z”. Al finalizar cada ensayo, se presentaba

la pantalla sin ningún estímulo y de color negro por 1000 ms o 1 segundo, hasta que comenzara el nuevo ensayo.

La tarea tuvo una duración aproximada de veinticinco minutos, y los participantes podían tomar un descanso entre bloques experimentales. Para ello, entre bloques se presentaba una indicación que afirmaba que el participante podía descansar, y que luego debía presionar una tecla cuando deseara continuar.

Cada una de las condiciones —(a) sonido-sin sonido, (b) sin señal, válido e inválido, y (c) congruente, incongruente y neutro— dentro de las redes fueron completamente aleatorizadas en orden de presentación con el fin de controlar el efecto de secuencia en la tarea. La secuencia de los estímulos se presenta en la Figura 1.

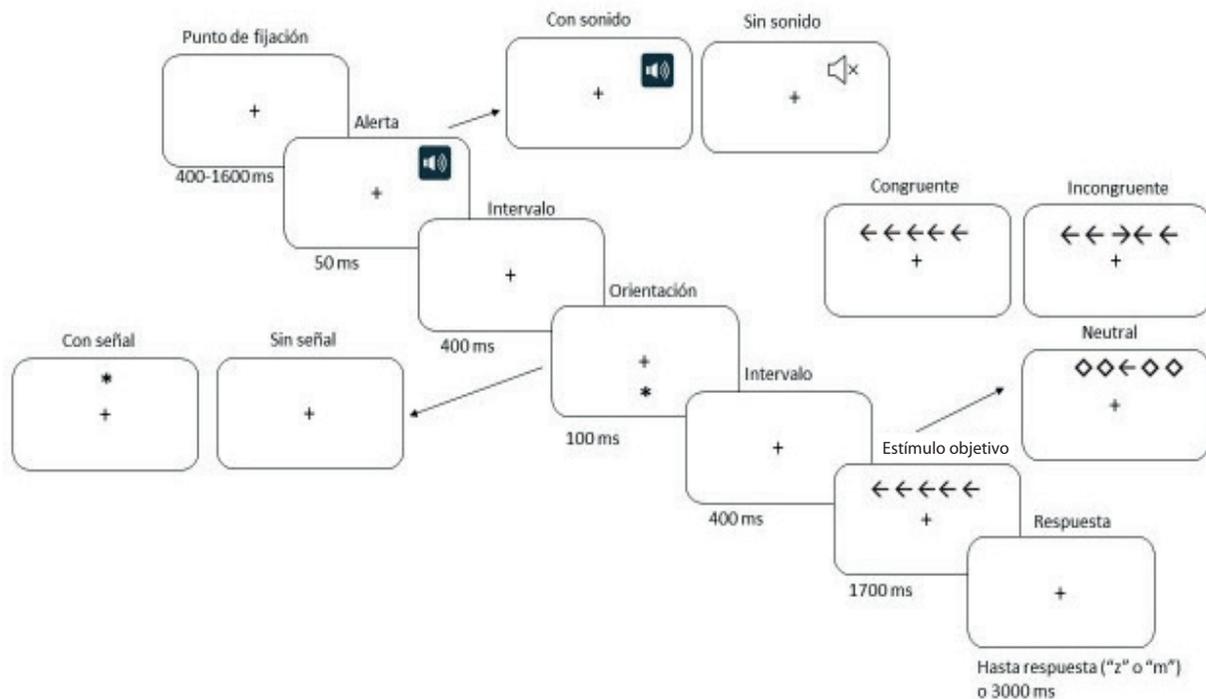
#### Análisis de datos

Para comprobar los supuestos de distribución de normalidad se usó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Debido a que se cumplió el parámetro de normalidad para el tiempo de reacción de los aciertos ( $D_{(58)} = 0.101$ ,  $p = .200$ ), se procedió realizar un análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas con los factores nivel de estudios y adultez joven como factores entre sujetos y la

tarea de redes atencionales como factor intrasujetos. En caso de requerirlo, se realizaron pruebas *post hoc* para dos medias, usando la prueba de Holm-Bonferroni. En los casos en que no se cumplía el supuesto de esfericidad, se optó por un ajuste de los grados de libertad y se usó la corrección Greenhouse-Geisser. Para estudiar el efecto de los índices de funcionamiento global de las redes, se realizó un análisis de sustracción de los tiempos de reacción de cada una de las condiciones de las redes, como se hace en los procedimientos estándar de la tarea (Fan & Posner, 2004; Medina & Barraza, 2019): TR sonido – TR sin sonido; TR orientación válida – TR orientación inválida; y TR congruente – TR incongruente; y a estos se les aplicó un ANOVA de un factor con grupos de nivel de educación y adultez joven de manera separada. Finalmente, se usó un análisis de correlación de Pearson entre las variables de edad en la adultez joven —tanto para adultez temprana como emergente— y el tiempo de reacción de las condiciones de cada una de las redes atencionales. Para los análisis de varianza se manejaron los criterios de potencia de .8 y un alfa de .05. También se reportaron los tamaños del efecto Eta Cuadrado parcial para efectos pequeños ( $\eta_p^2 > 0.01$ ), moderados ( $\eta_p^2 > 0.06$ ) o grandes ( $\eta_p^2 > 0.14$ ).

Figura 1.

Secuencia de estímulos en la tarea experimental de redes atencionales



## Resultados

### Datos descriptivos

Como primer punto se llevó a cabo un análisis descriptivo de los tiempos de reacción de los ensayos con aciertos de todas las condiciones de las redes atencionales, en función de las variables nivel de educación y adultez joven (véase Tabla 1).

### Tiempo de reacción de las redes atencionales según el nivel de estudios

Inicialmente, a nivel descriptivo se encontró que el porcentaje de aciertos fue del 94.90 % en estudiantes universitarios, con una media de 603.14; y de 94.39 % en no estudiantes, con una media de 630.08. Tras este resultado, se llevó a cabo un ANOVA mixto de medidas repetidas ( $2 \times 2 \times 3 \times 3$ ) con las variables *alerta*, *orientación* y *control cognitivo* a nivel intrasujetos y las variables *estudiantes* y *no estudiantes* como factor entre sujetos, usando los datos del tiempo de reacción de respuestas correctas.

El análisis de los tiempos de reacción mostró efectos principales para orientación ( $F_{(1,106)} = 30.67, p \leq .001, \eta_p^2 = 0.48$ ) y control cognitivo ( $F_{(1,73)} = 249.73, p \leq .001, \eta_p^2 = 0.84$ ), lo cual quiere decir que ambos grupos —tanto “estudiantes” como “no estudiantes”— tuvieron un menor tiempo de reacción en los ensayos válidos ( $M = 610.009, DE = 90.07$ ) que en los ensayos inválidos ( $M = 615.913, DE = 94.50$ ) en la red de orientación. Respecto a la red de control, los ensayos congruentes ( $M = 600.146, DE = 87.13$ )

fueron significativamente más rápidos que los incongruentes ( $M = 642.590, DE = 98.92$ ).

Adicionalmente, se encontró un efecto de interacción entre los dos grupos para las redes de alerta y control ( $F_{(1,56)} = 1054.11, p \leq .001, \eta_p^2 = 0.95$ ), orientación y control ( $F_{(0,33)} = 1434.33, p \leq .001, \eta_p^2 = 0.96$ ), y alerta, orientación y control ( $F_{(1,66)} = 269.15, p \leq .001, \eta_p^2 = 0.82$ ), por lo cual se puede afirmar que tanto en el grupo de estudiantes como en el de personas sin estudios se encontraron los mismos efectos de interacción entre las distintas redes. No hubo resultados significativos para las demás interacciones ( $p > .05$ ).

Sin embargo, no se encontró un efecto de interacción entre los grupos de educación sobre las redes atencionales. Es decir, no hubo efecto de grupo —estudiantes y no estudiantes— sobre la alerta ( $F_{(1,1000)} = .304, p = .584, \eta_p^2 = .005$ ), ni sobre la variable orientación ( $F_{(2,1888)} = 1.521, p = .223, \eta_p^2 = .026$ ), ni sobre la variable control cognitivo ( $F_{(2,1289)} = 1.372, p = .258, \eta_p^2 = .024$ ).

Finalmente, para ver si había un efecto por índice global de las redes, se realizó un análisis por separado, haciendo una substracción de cada una de las redes acorde con los procedimientos estándar (TR sonido – TR con sonido; TR orientación válida – TR orientación inválida; TR congruente – TR incongruente), y luego se realizó un ANOVA de un factor. No se encontró ningún efecto de los grupos sobre la red de alerta ( $F_{(1,56)} = .368, p = .547$ ), ni en orientación ( $F_{(1,56)} = .998, p = .322$ ), ni en control cognitivo ( $F_{(1,56)} = 1.214, p = .275$ ).

Tabla 1.

*Promedios de los tiempos de reacción y la desviación estándar por cada condición atencional*

		Con sonido			Sin sonido		
		Sin señal	Válido	Inválido	Sin señal	Válido	Inválido
Estudiantes	Congruente	594 ± 72	585 ± 70	592 ± 72	595 ± 71	586 ± 69	593 ± 71
	Incongruente	643 ± 85	633 ± 83	641 ± 85	703 ± 84	634 ± 82	642 ± 84
No estudiantes	Congruente	617 ± 102	610 ± 104	616 ± 105	620 ± 104	586 ± 613	611 ± 108
	Incongruente	654 ± 98	647 ± 99	652 ± 103	656 ± 99	649 ± 100	655 ± 104
Adultez emergente	Congruente	576 ± 75	567 ± 74	576 ± 75	576 ± 75	567 ± 74	576 ± 75
	Incongruente	618 ± 84	609 ± 83	618 ± 84	618 ± 85	609 ± 83	618 ± 84
Adultez temprana	Congruente	636 ± 91	628 ± 92	633 ± 96	639 ± 92	631 ± 93	636 ± 97
	Incongruente	678 ± 98	671 ± 99	675 ± 103	681 ± 99	674 ± 100	678 ± 104

### Tiempo de reacción de las redes atencionales según la etapa adulta

Al igual que en el caso anterior, se llevó a cabo un análisis del tiempo de reacción de los aciertos y el porcentaje, con lo cual se encontró que en adultez emergente el tiempo de reacción fue de 586.23, con un 96.25 % de aciertos, mientras que en adultez temprana fue de 646.99, con 95.05 % de aciertos.

Para la variable edad, se llevó a cabo un ANOVA mixto de medidas repetidas ( $2 \times 2 \times 3 \times 3$ ) con las variables *alerta*, *orientación* y *control cognitivo* a nivel intrasujetos, y las variables *adultez emergente* y *adultez temprana* como factor entre sujetos. Igualmente, se usó como medida dependiente el tiempo de reacción en cada condición.

Tras el análisis de tiempo de reacción, se encontró el mismo efecto principal que en el resultado con la variable educación tanto para la red de orientación ( $F_{(1,102)} = 32.01$ ,  $p \leq .001$ ,  $\eta_p^2 = 0.36$ ) como para la red de control cognitivo ( $F_{(1,71)} = 229.41$ ,  $p \leq .001$ ,  $\eta_p^2 = 0.80$ ), independientemente de si pertenecían a adultez emergente o a adultez temprana.

Asimismo, se encontraron varios efectos de interacción para ambos grupos entre alerta y orientación ( $F_{(1,74)} = 1069.90$ ,  $p \leq .001$ ,  $\eta_p^2 = 0.95$ ), entre alerta y control ( $F_{(1,56)} = 3982.22$ ,  $p \leq .000$ ,  $\eta_p^2 = 0.98$ ), entre orientación y control ( $F_{(2,125)} = 426.16$ ,  $p \leq .001$ ,  $\eta_p^2 = 0.88$ ), y entre alerta, control y orientación ( $F_{(1,81)} = 350.406$ ,  $p \leq .001$ ,  $\eta_p^2 = 0.86$ ).

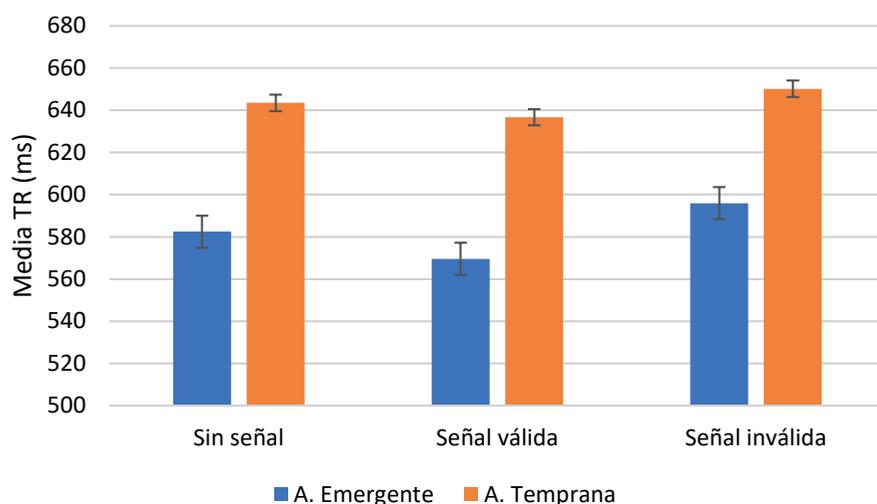
Es decir que ambos grupos, sin importar si pertenecían a la adultez emergente o temprana, mostraron estos efectos de interacción entre las redes mencionadas. No hubo resultados significativos para las demás interacciones ( $p > .05$ ).

Respecto al análisis de los grupos sobre las redes, no se encontró un efecto de interacción de la adultez joven, ni para la red de alerta ( $F_{(1,1000)} = .080$ ,  $p = .778$ ,  $\eta_p^2 = 0.001$ ), ni para la red de control cognitivo ( $F_{(1,283)} = .033$ ,  $p = .968$ ,  $\eta_p^2 = 0.001$ ). Sin embargo, se obtuvo un efecto estadísticamente significativo de interacción entre la variable adultez emergente por orientación ( $F_{(1,102)} = 4.31$ ,  $p = .016$ ,  $\eta_p^2 = 0.07$ ). Al realizar un análisis *post hoc*, se encontró que el grupo de adultez emergente fue más rápido que el grupo de adultez temprana en la condición de orientación sin señal ( $p = .014$ ), en la orientación válida ( $p = .010$ ) y en la condición de orientación inválida ( $p = .015$ ) (véase Figura 2).

Finalmente, se realizó una substracción por separado de las condiciones de cada una de las redes para obtener un índice de global de eficiencia, como en el análisis previo de nivel de educación y en concordancia con los procedimientos estándar, para ver la influencia específica por grupo. Sin embargo, no se encontró ningún efecto de grupos sobre ninguna de las redes: alerta ( $F_{(1,56)} = 1.468$ ,  $p = .231$ ), orientación ( $F_{(1,56)} = 2.971$ ,  $p = .090$ ) o control cognitivo ( $F_{(1,56)} = .012$ ,  $p = .914$ ).

Figura 2.

Diferencias en tiempo de reacción en las condiciones de la red de orientación



Nota. Media de tiempos de reacción de las diferentes condiciones de la red de orientación para la adultez temprana y emergente. Las barras de error muestran el error típico de la media.

*Análisis correlacional entre edad y tiempo de reacción*

Por último, se aplicó un análisis correlacional entre la edad de los 56 participantes —pertenecientes tanto al grupo de adultez temprana como al de adultez emergente— y el puntaje del tiempo de reacción de todas las condiciones de las redes atencionales. Se encontraron correlaciones significativas y de nivel moderado positivo en casi todas las redes atencionales, con lo cual se puede observar, concretamente, que a medida que aumentaba la edad, tendía a aumentar el tiempo de reacción en la ejecución de la tarea en todas las condiciones de las redes atencionales (véase Tabla 2).

Tabla 2.

*Correlación entre el tiempo de reacción de las redes atencionales y la edad adulta*

Condiciones redes	Correlación Pearson
Incongruente	.377**
Congruente	.513**
Neutral	.545**
Sin señal	.456**
Con señal	.503**
Señal válida	.522**
Señal inválida	.474**
Sin sonido	.502**
Con sonido	.474**
Tiempo de reacción aciertos	.448**

Nota. \*\*  $p < .001$ .

## Discusión

El objetivo de este estudio fue identificar la influencia del nivel de educativo y la adultez joven —temprana y emergente— sobre el rendimiento de las redes atencionales. Esta es una de las primeras investigaciones en estudiar esos factores, pues, hasta donde se tiene conocimiento, no se han realizado estudios sobre el efecto del nivel educativo, ni tampoco estudios comparativos entre adultez emergente y temprana sobre las redes atencionales.

Como primer resultado se evidenció que ninguno de los dos grupos —personas con educación superior o sin ella— difirió en el tiempo de respuestas en ninguna de las tres redes atencionales. Esto contrasta con otros estudios en los que, usando otros tipos de tareas atencionales, se ha visto la influencia de la variable educativa, pues se ha demostrado, por ejemplo, que las personas que se encuentran

cursando un nivel de educación superior reducen el tiempo de reacción (Tun & Lachman, 2008) y registran activación cerebral marcada en tareas atencionales (Bonnet et al., 2009).

Una posible explicación ante esta diferencia de resultados es que en esta investigación las personas sin estudios superiores habían llegado hasta educación secundaria —al menos el 90 % de la muestra—, lo que pudo haber ejercido alguna influencia. En concordancia con estos hallazgos, en el estudio de van der Elst et al. (2006) no se encontraron diferencias en el funcionamiento de las redes entre los niveles de educación alto —secundarios y universitarios—, pero sí respecto a niveles escolares; sin embargo, debe tomarse con cautela esta interpretación, debido a que la hipótesis basada en la teoría mencionada en la introducción postulaba que la educación superior influenciaba los procesos cognitivos independientemente del nivel de estudios al que llegó la persona. Además, hay que tener en cuenta que el estudio de van der Elst et al. (2006) no encontró diferencias posiblemente porque los grupos de comparación, en el momento de la investigación, estaban estudiando; por el contrario, en el presente estudio, la población “sin estudios”, a pesar de que algunos ya habían acabado la secundaria, actualmente no se encontraban dentro de ningún sistema educativo, enmarcándose así en los diseños previamente establecidos.

Otra posible explicación es que los diseños usados previamente a nuestra hipótesis —y que sí encontraron diferencias en el funcionamiento— se realizaron con otras tareas atencionales y cognitivas, pero ninguno con la de la red atencional, y ello pudo haber sido un factor importante de variación. Hay que recordar que cada paradigma experimental neurocognitivo tiene su propio nivel de validez y generalización, al menos en tareas atencionales (Treviño et al., 2021). De ahí se interpreta que los resultados de este estudio con la tarea de redes atencionales pueden ser válidos y pueden dar pie a más investigaciones en lo que pueda llegar a generalizarse y replicarse si fuera el caso.

En cuanto a la variable adultez joven, se encontró que pertenecer a la adultez emergente fue un factor influyente sobre la red de orientación en todas las condiciones de señales válidas e inválidas, al menos en los efectos intersujetos del diseño mixto. Es decir, que la presentación de los estímulos espaciales, sin importar el lugar de su aparición, fue detectada con mayor rapidez por el grupo de adultez emergente. Este resultado se compagina con algunos trabajos longitudinales en los que se ha demostrado que las

redes atencionales de orientación, en todas sus condiciones, siguen desarrollándose en la adultez emergente, debido a la variabilidad interindividual (Boen et al., 2021). De hecho, en otro estudio que respalda el resultado de la presente investigación se utilizó una tarea de orientación de señal espacial, en la cual la población de adultos emergentes tuvo un tiempo de reacción bastante menor, aunque cometieron más errores (Lundwall et al., 2018). Es decir, los adultos jóvenes respondieron más rápido a las señales de orientación que predecían el lugar de aparición de la señal objetivo, pero la rapidez en reaccionar inmediatamente al estímulo tuvo un costo de precisión sobre el objetivo. Este costo de precisión es algo que no analizamos en la presente investigación, ya que tuvo como base solo el tiempo de reacción de los aciertos, que fueron el 95 % de los ensayos. De todos modos, la efectividad general de rendimiento en esta etapa se ha explicado a nivel neuronal debido a que los procesos de conectividad cerebral —como las áreas parietales— son más activas en esta etapa de desarrollo, al menos con señales de orientación estimular (Fair et al., 2009; Lopez-Larson et al., 2012; Wang et al., 2013).

En cuanto a las redes restantes —red atencional de alerta y control cognitivo—, no se encontraron diferencias en el desempeño entre la adultez temprana y emergente. Este último resultado es confirmado por los estudios de Zhou et al. (2011), pues en ellos no se encontró diferencias significativas de rendimiento en control cognitivo ni en alerta entre estos dos grupos. Sin embargo, estos autores tampoco encontraron diferencias en la red de orientación, lo que es contrario a nuestro resultado; diferencia que podría deberse a que los grupos etarios utilizados por esos estudios variaron en rango, en comparación con nuestra selección.

Finalmente, correlacionamos la edad de los participantes —independientemente del grupo de adultez al que pertenecieran— con el tiempo de reacción de las redes atencionales, y encontramos que el factor edad estuvo correlacionado positivamente con casi todos los factores de las redes atencionales. Particularmente, encontramos que conforme aumentaba la edad de nuestros participantes, aumentaba moderadamente el tiempo de reacción de todos los procesos atencionales; datos que también fueron significativos en el tiempo de reacción y el porcentaje de aciertos de manera general. Esto es consistente con los estudios de Zhou et al. (2011), en los que, a pesar de que transformaron el tiempo de reacción de las redes atencionales a índice de proporciones y lo correlacionaron

con el factor edad, se encontraron resultados similares, con correlación entre la edad y los datos proporcionales de la red de orientación y control cognitivo. Asimismo, en otro estudio realizado por Waszak et al. (2010) se encontró que, en cuanto a las redes de orientación y control cognitivo, el tiempo de reacción es menor a partir de los veinte años, pero va aumentando al tener más edad, incluyendo en el rango de la adultez temprana. Todos estos resultados son consistentes con los estudios de trayectorias por edad, en los que se postula un modo de rendimiento en curva, en el que el tiempo de reacción en tareas atencionales tiende a disminuir en el inicio de la edad adulta y a aumentar conforme avanza la edad (McAvinue et al., 2012).

Estos resultados contribuyen al desarrollo de estudios experimentales dentro del área de la psicología diferencial e interindividual. Concretamente, este estudio demuestra la posibilidad de ampliar la información sobre los niveles de educación y etapas del desarrollo que previamente no habían sido estudiadas, a pesar de la importancia de estas dos variables en el plano cognitivo madurativo. Uno de los aportes más importantes de este estudio fue observar la influencia de la adultez emergente sobre las respuestas de orientación en cualquiera de sus variantes y, más aún, la maximización de la respuesta de todas las condiciones atencionales en las edades más tempranas y de comienzo de la etapa. De igual forma, estos estudios también tienen su relevancia en el ámbito clínico, ya que se demuestra la importancia de factores protectores ambientales y madurativos —como la educación y la etapa de desarrollo adulto— como elementos clave en la prevención de problemas neuropsicológicos.

Concluimos señalando que no existen diferencias en el funcionamiento atencional entre aquellas personas insertas en un sistema de nivel superior y aquellas personas que no lo están; pero que, a nivel de edad adulta, se puede ver un mejor desempeño en la red atencional de orientación en el grupo de adultez emergente en comparación con el de adultez temprana; y que, a mayor edad, mayor tiempo de reacción en todas las condiciones de las redes atencionales.

Por último, cabe señalar como limitación de nuestro estudio que no hubo grupos por tipo de estudios —como población escolar o sin estudios completamente, por ejemplo— para ver un posible efecto más diferenciado. Igualmente, en el plano de la adultez joven se pudo haber incluido otras etapas del desarrollo. Por ello, estos resultados pueden dar pie a más y nuevas investigaciones usando este paradigma

atencional, en las cuales se puedan incluir más niveles de educación y más rangos etarios.

## Referencias

- Arnett, J. J., Žukauskiene, R., & Sugimura, K. (2014). The new life stage of emerging adulthood at ages 18-29 years: Implications for mental health. *The Lancet Psychiatry*, *1*(7), 569-576. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(14\)00080-7](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(14)00080-7)
- Balluerka, N., & Vergara, A. I. (2002). *Diseños de Investigación Experimental en Psicología*. Prentice-Hall.
- Blakemore, S. J., & Choudhury, S. (2006). Development of the adolescent brain: Implications for executive function and social cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, *47*(3-4), 296-312. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2006.01611.x>
- Boen, R., Ferschmann, L., Vijayakumar, N., Overbye, K., Fjell, A., Espeseth, T., & Tamnes, C. (2021). Development of attention networks from childhood to young adulthood: A study of performance, intraindividual variability and cortical thickness. *Cortex*, *138*, 138-151. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2021.01.018>
- Bonnet, M. C., Dilharreguy, B., Allard, M., Deloire, M. S. A., Petry, K. G., & Brochet, B. (2009). Differential cerebellar and cortical involvement according to various attentional load: Role of educational level. *Human Brain Mapping*, *30*(4), 1133-1143. <https://doi.org/10.1002/hbm.20575>
- Callejas, A., Lupiáñez, J., Funes, M. J., & Tudela, P. (2005). Modulations among the alerting, orienting and executive control networks. *Experimental Brain Research*, *167*(1), 27-37. <https://doi.org/10.1007/s00221-005-2365-z>
- Chica, A. B., Martín-Arévalo, E., Botta, F., & Lupiáñez, J. (2014). The Spatial Orienting paradigm: How to design and interpret spatial attention experiments. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *40*, 35-51. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.01.002>
- Cromer, J. A., Schembri, A. J., Harel, B. T., & Maruff, P. (2015). The nature and rate of cognitive maturation from late childhood to adulthood. *Frontiers in Psychology*, *6*, Article 704. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00704>
- Dause, T., & Kirby, E. (2019). Aging gracefully: Social engagement joins exercise and enrichment as a key lifestyle factor in resistance to age-related cognitive decline. *Neural Regeneration Research*, *14*(1), 39-42. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.243698>
- De Souza Almeida, R., Faria-Jr, A., & Klein, R. (2021). On the origins and evolution of the Attention Network Tests. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *126*, 560-572. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.02.028>
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a non-search task. *Perception and Psychophysics*, *16*(1), 143-149. <https://doi.org/10.3989/arbor.2000.i650.965>
- Fair, D. A., Cohen, A. L., Power, J. D., Dosenbach, N. U. F., Church, J. A., Miezin, F. M., Schlaggar, B. L., & Petersen, S. E. (2009). Functional brain networks develop from a “local to distributed” organization. *PLoS Computational Biology*, *5*(5), Article e1000381. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1000381>
- Fan, J. (2014). An information theory account of cognitive control. *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*, Article 680. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00680>
- Fan, J., & Posner, M. (2004). Human attentional networks. *Psychiatrische Praxis, Supplement*, *31*(2), 210-214. <https://doi.org/10.1055/s-2004-828484>
- Fan, J., Gu, X., Guise, K. G., Liu, X., Fossella, J., Wang, H., & Posner, M. I. (2009). Testing the behavioral interaction and integration of attentional networks. *Brain and Cognition*, *70*(2), 209-220. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.02.002>
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences.

- Behavior Research Methods*, 39(2), 175-191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
- Federico, F. (2020). Natural Environment and Social Relationship in the Development of Attentional Network. *Frontiers in Psychology*, 11, Article 1345. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01345>
- Fernandez-Duque, D., Baird, J. A., & Posner, M. I. (2000). Executive attention and metacognitive regulation. *Consciousness and Cognition*, 9(2), 288-307. <https://doi.org/10.1006/ccog.2000.0447>
- Funes, M. J., & Lupiáñez, J. (2003). La teoría atencional de Posner: una tarea para medir las funciones atencionales de orientación, alerta y control cognitivo y la interacción entre ellas. *Psicothema*, 15(2), 260-266. <https://www.psicothema.com/pii?pii=1055>
- Giovannoli, J., Martella, D., & Casagrande, M. (2021). Assessing the three attentional networks and vigilance in the adolescence stages. *Brain Sciences*, 11(4), 503. <https://doi.org/10.3390/brainsci11040503>
- Guerra-Carrillo, B., Katovich, K., & Bunge, S. A. (2017). Does higher education hone cognitive functioning and learning efficacy? Findings from a large and diverse sample. *PLoS ONE*, 12(8), Article e0182276. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182276>
- Hochberg, Z., & Konner, M. (2020). Emerging Adulthood, a Pre-adult Life-History Stage. *Frontiers in Endocrinology*, 10, Article 918. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00918>
- Jennings, J. M., Dagenbach, D., Engle, C. M., & Funke, L. J. (2007). Age-related changes and the attention network task: an examination of alerting, orienting, and executive function. *Aging, Neuropsychology, and Cognition: A Journal on Normal and Dysfunctional Development*, 14(4), 353-369. <https://doi.org/10.1080/13825580600788837>
- Kramer, A. F., Bherer, L., Colcombe, S. J., Dong, W., & Greenough, W. T. (2004). Environmental influences on cognitive and brain plasticity during aging. *Journal of Gerontology: Medical Science*, 59(9), 940-957. <https://doi.org/10.1093/gerona/59.9.M940>
- Lopez-Larson, M. P., King, J. B., Terry, J., McGlade, E. C., & Yurgelun-Todd, D. (2012). Reduced insular volume in attention deficit hyperactivity disorder. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 204(1), 32-39. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2012.09.009>
- Luna, F. G., Barttfeld, P., Martín-Arévalo, E., & Lupiáñez, J. (2022). Cognitive load mitigates the executive but not the arousal vigilance decrement. *Consciousness and Cognition*, 98, Article 103263. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2021.103263>
- Luna, F. G., Lupiáñez, J., & Martín-Arévalo, E. (2021). Microstructural white matter connectivity underlying the attentional networks system. *Behavioural Brain Research*, 401, Article 113079. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2020.113079>
- Luna, F. G., Marino, J., Roca, J., & Lupiáñez, J. (2018). Executive and arousal vigilance decrement in the context of the attentional networks: The ANTI-Vea task. *Journal of Neuroscience Methods*, 306, 77-87. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2018.05.011>
- Luna, F. G., Roca, J., Martín-Arévalo, E., & Lupiáñez, J. (2021). Measuring attention and vigilance in the laboratory vs. online: The split-half reliability of the ANTI-Vea. *Behavior Research Methods*, 53(3), 1124-1147. <https://doi.org/10.3758/s13428-020-01483-4>
- Lundwall, R. A., Woodruff, J., & Tolboe, S. P. (2018). RT slowing to valid cues on a reflexive attention task in children and young adults. *Frontiers in Psychology*, 9, Article 1324. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01324>
- Mackie, M.-A., Van Dam, N., & Fan, J. (2013). Cognitive control and attentional functions. *Brain and Cognition*, 82(3), 301-312. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2013.05.004>

- Manzini, J. L. (2000). Declaración De Helsinki: Principios Éticos Para La Investigación Médica Sobre Sujetos Humanos. *Acta Bioethica*, 6(2), 321-334. <https://doi.org/10.4067/s1726-569x2000000200010>
- Markett, S., Nothdurfter, D., Focsa, A., Reuter, M., & Jawinski, P. (2022). Attention networks and the intrinsic network structure of the human brain. *Human Brain Mapping*, 43(4), 1431-1448. <https://doi.org/10.1002/hbm.25734>
- Mashhoon, Y., Czerkawski, C., Crowley, D. J., Cohen-Gilber, J., Sneider, J. T., & Silveri, M. M. (2014). Binge alcohol consumption in emerging adults: anterior cingulate cortical “thinness” is associated with alcohol use patterns. *Alcoholism Clinical & Experimental Research*, 38(7), 1955-1964. <https://doi.org/10.1111/acer.12475>
- McAvinue, L. P., Habekost, T., Johnson, K. A., Kyllingsbæk, S., Vangkilde, S., Bundesen, C., & Robertson, I. H. (2012). Sustained attention, attentional selectivity, and attentional capacity across the lifespan. *Attention, Perception, and Psychophysics*, 74(8), 1570-1582. <https://doi.org/10.3758/s13414-012-0352-6>
- McCormick, C. R. (2022). Lifestyle factors and their impact on the networks of attention. *Applied Cognitive Psychology*, 36(1), 135-153. <https://doi.org/10.1002/acp.3904>
- Medina, D., & Barraza, P. (2019). Efficiency of attentional networks in musicians and non-musicians. *Heliyon*, 5(3), Article e01315. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01315>
- Mengotti, P., Käsbauer, A. S., Fink, G. R., & Vossel, S. (2020). Lateralization, functional specialization, and dysfunction of attentional networks. *Cortex*, 132, 206-222. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2020.08.022>
- Milgram, N. W., Siwak-Tapp, C. T., Araujo, J., & Head, E. (2006). Neuroprotective effects of cognitive enrichment. *Ageing Research Reviews*, 5(3), 354-369. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2006.04.004>
- Mills, K. L., & Tamnes, C. K. (2020). Longitudinal structural and functional brain development in childhood and adolescence. En K. Cohen Kadosh (Ed.), *The Oxford Handbook of Developmental Cognitive Neuroscience* (pp. 17-25). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198827474.013.4>
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2015). Reglamento de información confidencial en el Sistema Nacional de Salud. *Acuerdo Ministerial 5216*, 1-8. <http://instituciones.msp.gov.ec/cz6/images/lotaip/Enero2015/Acuerdo%20Ministerial%205216.pdf>
- Mitchell, L. L., & Syed, M. (2015). Does College Matter for Emerging Adulthood? Comparing Developmental Trajectories of Educational Groups. *Journal of Youth and Adolescence*, 44(11), 2012-2027. <https://doi.org/10.1007/s10964-015-0330-0>
- Mullane, J. C., Lawrence, M. A., Corkum, P. V., Klein, R. M., & McLaughlin, E. N. (2016). The development of and interaction among alerting, orienting, and executive attention in children. *Child Neuropsychology*, 22(2), 155-176. <https://doi.org/10.1080/09297049.2014.981252>
- Neta, M., Nelson, S. M., & Petersen, S. E. (2017). Dorsal anterior cingulate, medial superior frontal cortex, and anterior insula show performance reporting-related late task control signals. *Cerebral Cortex*, 27(3), 2154-2165. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhw053>
- O’Connell, M. A., & Basak, C. (2018). Effects of task complexity and age-differences on task-related functional connectivity of attentional networks. *Neuropsychologia*, 114, 50-64. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.04.013>
- Onwuegbuzie, A. J., & Collins, K. M. T. (2007). A Typology of Mixed Methods Sampling Designs in Social Science Research. *The Qualitative Report*, 12(2), 281-316. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2007.1638>
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Journal of Experimental Psychology*, 32(1), 3-25. <https://doi.org/10.1080/00335558008248231>

- Posner, M. I. (2012). Imaging attention networks. *Neuroimage*, *61*(2), 450-456. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.12.040>
- Posner, M. I. (2016). Orienting of attention: then and now. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *69*(10), 1864-1875. <https://doi.org/10.1080/17470218.2014.937446>
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, *13*(1), 25-42. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>
- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2004). Hebb's neural networks support the integration of psychological science. *Canadian Psychology*, *45*(4), 265-278. <https://doi.org/10.1037/h0086997>
- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2005). Influencing brain networks: Implications for education. *Trends in Cognitive Sciences*, *9*(3), 99-103. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.01.007>
- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2007). Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. *Annual Review of Psychology*, *58*, 1-23. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.58.110405.085516>
- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2014). Attention to learning of school subjects. *Trends in Neuroscience and Education*, *3*(1), 14-17. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2014.02.003>
- Posner, M. I., Rothbart, M. K., & Tang, Y. Y. (2015). Enhancing attention through training. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *4*, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2014.12.008>
- Posner, M. I., Rothbart, M. K., & Voelker, P. (2017). Developing Brain Networks of Attention. *Current Opinion in Pediatrics*, *28*(6), 720-724. <https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000000413>
- Reifman, A., Arnett, J. J., & Colwell, M. J. (2007). Emerging Adulthood: Theory, Assessment and Application. *Journal of Youth Development*, *2*(1), 37-48. <https://doi.org/10.5195/jyd.2007.359>
- Ren, Y., Xu, Z., Zhang, Y., Li, J., Wu, J., & Yang, W. (2019). The Effect of Aging on Attentional Networks. *2019 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA)*, 543-548. <https://doi.org/10.1109/ICMA.2019.8816473>
- Riley, K. P., Snowdon, D. A., & Markesbery, W. R. (2002). Alzheimer's neurofibrillary pathology and the spectrum of cognitive function: Findings from the Nun Study. *Annals of Neurology*, *51*(5), 567-577. <https://doi.org/10.1002/ana.10161>
- Rodrigues, L. R., & Zimmer, M. C. (2016). Inhibitory and attentional control: The interaction between "professional activity" and bilingualism. *Psicologia: Reflexao e Critica*, *29*(1), 36. <https://doi.org/10.1186/s41155-016-0034-8>
- Rothbart, M. K., & Posner, M. I. (2015). The developing brain in a multitasking world. *Developmental Review*, *1*(35), 42-63. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2014.12.006>
- Rueda, M. R., Pozuelos, J. P., & Cómbita, L. M. (2015). Cognitive neuroscience of attention. From brain mechanisms to individual differences in efficiency. *AIMS Neuroscience*, *2*(4), 183-202. <https://doi.org/10.3934/Neuroscience.2015.4.183>
- Schoentgen, B., Gagliardi, G., & Défontaines, B. (2020). Environmental and Cognitive Enrichment in Childhood as Protective Factors in the Adult and Aging Brain. *Frontiers in Psychology*, *11*, Article 1814. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01814>
- Sowell, E. R., Delis, D., Stiles, J., & Jernigan, T. L. (2001). Improved memory functioning and frontal lobe maturation between childhood and adolescence: A structural MRI study. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *7*(3), 312-322. <https://doi.org/10.1017/S135561770173305X>
- Sowell, E. R., Thompson, P. M., Holmes, C. J., Jernigan, T. L., & Toga, A. W. (1999). In vivo evidence for

- post-adolescent brain maturation in frontal and striatal regions. *Nature Neuroscience*, 2(10), 859-861. <https://doi.org/10.1038/13154>
- Spagna, A., Mackie, M. A., & Fan, J. (2015). Supramodal executive control of attention. *Frontiers in Psychology*, 6, Article 65. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00065>
- Spagna, A., Martella, D., Fuentes, L. J., Marotta, A., & Casagrande, M. (2016). Hemispheric modulations of the attentional networks. *Brain and Cognition*, 108, 73-80. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2016.07.002>
- Sturm, W., Schmenk, B., Fimm, B., Specht, K., Weis, S., Thron, A., & Willmes, K. (2006). Spatial attention: more than intrinsic alerting? *Experimental Brain Research*, 171(1), 16-25. <https://doi.org/10.1007/s00221-005-0253-1>
- Thillay, A., Roux, S., Gissot, V., Carreau-Martin, I., Knight, R. T., Bonnet-Brilhaut, F., & Bidet-Caulet, A. (2015). Sustained attention and prediction: Distinct brain maturation trajectories during adolescence. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, Article 519. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00519>
- Treviño, M., Zhu, X., Lu, Y. Y., Scheuer, L. S., Passell, E., Huang, G. C., Germine, L. T., & Horowitz, T. S. (2021). How do we measure attention? Using factor analysis to establish construct validity of neuropsychological tests. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 6, Article 51. <https://doi.org/10.1186/s41235-021-00313-1>
- Tun, P. A., & Lachman, M. E. (2008). Age differences in reaction time and attention in a national telephone sample of adults: education, sex, and task complexity matter. *Developmental Psychology*, 44(5), 1421-1429. <https://doi.org/10.1037/a0012845>
- Van der Elst, W., Van Boxtel, M. P. J., Van Breukelen, G. J. P., & Jolles, J. (2006). The stroop color-word test: Influence of age, sex, and education; and normative data for a large sample across the adult age range. *Assessment*, 13(1), 62-79. <https://doi.org/10.1177/1073191105283427>
- Wang, H., & Fan, J. (2007). Human attentional networks: a connectionist model. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(10), 1678-1689. <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.10.1678>
- Wang, P., Fuentes, L. J., Vivas, A. B., & Chen, Q. (2013). Behavioral and neural interaction between spatial inhibition of return and the simon effect. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, Article 572. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00572>
- Waszak, F., Li, S. C., & Hommel, B. (2010). The development of attentional networks: cross-sectional findings from a life span sample. *Developmental Psychology*, 46(2), 337-349. <https://doi.org/10.1037/a0018541>
- Weible, A. P. (2013). Remembering to attend: The anterior cingulate cortex and remote memory. *Behavioural Brain Research*, 245, 63-75. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2013.02.010>
- Westlye, L. T., Grydeland, H., Walhovd, K. B., & Fjell, A. M. (2011). Associations between regional cortical thickness and attentional networks as measured by the attention network test. *Cerebral Cortex*, 21(2), 345-356. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhq101>
- Williams, R. S., Biel, A. L., Wegier, P., Lapp, L. K., Dyson, B. J., & Spaniol, J. (2016). Age differences in the attention network test: evidence from behavior and event-related potentials. *Brain and Cognition*, 102, 65-79. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2015.12.007>
- Xuan, B., Mackie, M.-A., Spagna, A., Wu, T., Tian, Y., Hof, P. R., & Fan, J. (2016). The activation of interactive attentional networks. *Neuroimage*, 129(1), 308-319. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.01.017>
- Zhou, S. S., Fan, J., Lee, T. M. C., Wang, C. Q., & Wang, K. (2011). Age-related differences in attentional networks of alerting and executive control in young, middle-aged, and older Chinese adults. *Brain and Cognition*, 75(2), 205-210. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2010.12.003>