



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA
DIRECCIÓN DE POSGRADOS**

**MAESTRÍA EN NEUROCIENCIAS MENCIÓN EN NEUROCIENCIA Y
EDUCACIÓN**

TEMA:

USO PROBLEMÁTICO DEL TELÉFONO INTELIGENTE: MECANISMOS
NEUROBIOLÓGICOS Y SU IMPLICACIÓN EN LA SALUD MENTAL Y EL
RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ADOLESCENTES.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magister en Neurociencias
mención en Neurociencia y Educación.

Autor(a)

Vanessa Andrea Aguirre Peñafiel

Tutor(a)

Phd. Shadye Matar Khalil

QUITO – ECUADOR

2023

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN**

Yo, Vanessa Andrea Aguirre Peñafiel, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes”, como requisito para optar al grado de Magister en Neurociencias mención Neurociencia y Educación y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 29 días del mes de marzo de 2023, firmo conforme:

Autor: Vanessa Andrea Aguirre Peñafiel

Firma:



Número de Cédula: 1720130002

Dirección: Provincia Pichincha, ciudad Quito, Parroquia Conocoto, Barrio La Josefina.

Correo Electrónico: vaguirre2@indoamerica.edu.ec

Teléfono: 593 998388646

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “USO PROBLEMÁTICO DEL TELÉFONO INTELIGENTE: MECANISMOS NEUROBIOLÓGICOS Y SU IMPLICACIÓN EN LA SALUD MENTAL Y EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ADOLESCENTES” presentado por Vanessa Andrea Aguirre Peñafiel, para optar por el Título de Magister en Neurociencias mención Neurociencia y Educación,

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 29 de marzo de 2023

.....

Phd. Shadye Matar Khalil

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Magister en Neurociencias mención Neurociencia y Educación, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 29 de marzo de 2023



.....
Vanessa Andrea Aguirre Peñafiel
1720130002

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “USO PROBLEMÁTICO DEL TELÉFONO INTELIGENTE: MECANISMOS NEUROBIOLÓGICOS Y SU IMPLICACIÓN EN LA SALUD MENTAL Y EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ADOLESCENTES”, previo a la obtención del Título de Magister en Neurociencias mención Neurociencia y Educación, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, de 29 de marzo de 2023

.....

MSc. María Soledad Males Villegas
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

.....

MSc. Mónica Paulina Guerra-Guerra
EXAMINADORA

.....

Phd. Shadye Rocío Matar Khalil
DIRECTORA TUTORA

DEDICATORIA

A mi madre, mujer valiente.

AGRADECIMIENTO

A la Dra. Shadye Matar, por acompañarme en este proceso como tutora y además brindarme su apoyo y conocimientos con mucho cariño y amabilidad. A las lectoras que aportaron con meritorias observaciones a este estudio. A docentes y/o investigadores por sus valiosos consejos, enseñanzas y apoyo en diferentes momentos del proyecto. A mi familia, especialmente a mi madre, Diego y Tobías por su paciencia y amor incondicional. Finalmente, a quienes con su amistad me acompañaron a lo largo de este camino.

INDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN PARA EL REPOSITORIO DIGITAL.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
INTRODUCCIÓN.....	12
MARCO METODOLÓGICO.....	18
RESULTADOS.....	21
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	34
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
ANEXOS.....	51

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
DIRECCIÓN DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN NEUROCIENCIAS MENCIÓN EN NEUROCIENCIA Y
EDUCACIÓN

**TEMA: USO PROBLEMÁTICO DEL TELÉFONO INTELIGENTE:
MECANISMOS NEUROBIOLÓGICOS Y SU IMPLICACIÓN EN LA SALUD
MENTAL Y EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ADOLESCENTES.**

AUTOR: VANESSA ANDREA AGUIRRE PEÑAFIEL

TUTOR: PHD. SHADYE MATAR KHALIL

RESUMEN EJECUTIVO

El Uso Problemático del Teléfono Inteligente (UPTI) se ha relacionado con problemas en la salud mental y física, asimismo con el rendimiento académico de los adolescentes. El objetivo de la presente investigación es describir teóricamente el mecanismo neurobiológico asociado al UPTI y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en población adolescente. Se realizó una Revisión Sistemática (RS) según la guía de PRISMA 2020; se obtuvieron 343 artículos en bases de datos como SCOPUS, EBSCO, Web of Science, PubMed y Medline, de los cuales siete cumplieron con todos los criterios de inclusión de la RS. Los estudios revelaron variaciones en el volumen de estructuras como el pedúnculo cerebeloso superior, amígdala y en las conexiones funcionales de regiones frontoestriatales; así como mayor actividad electrocortical y concentración de cortisol. Además, se identificaron alteraciones en la salud mental como depresión, impulsividad y problemas de comportamiento y autocontrol asociados al UPTI; y escasa investigación respecto a rendimiento académico y/o variables afines (cognitivas-aprendizaje).

DESCRIPTORES: Adolescencia, enfermedades mentales, rendimiento escolar, teléfono móvil.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
DIRECCIÓN DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN NEUROCIENCIAS MENCIÓN EN NEUROCIENCIA Y
EDUCACIÓN

THEME: PROBLEMATIC SMARTPHONE USE: NEUROBIOLOGICAL MECHANISMS AND THEIR IMPLICATION ON MENTAL HEALTH AND ACADEMIC PERFORMANCE IN ADOLESCENTS.

AUTHOR: VANESSA ANDREA AGUIRRE PEÑAFIEL

TUTOR: PHD. SHADYE MATAR KHALIL

ABSTRACT

Problematic smartphones use (PSU) has been related to mental and physical health problems, as well as to the academic adolescent performance. The aim of the present research is to describe theoretically the neurobiological mechanism associated with PSU and its implication in mental health and academic performance in adolescent population. A Systematic Review (SR) was conducted according to the PRISMA 2020 guidelines; 343 articles were obtained from databases such as SCOPUS, EBSCO, Web of Science, PubMed and Medline, of which seven met all the SR inclusion criteria. The studies revealed variations in the volume of structures such as the superior cerebellar peduncle, amygdala and in the functional connections of front-striatal regions; as well as greater electrocortical activity and cortisol concentration. In addition, alterations in mental health such as depression, impulsivity and behavioral and self-control problems associated with PSU were identified; and little research was done on academic performance and/or related variables (cognitive-learning).

KEYWORDS: Adolescence, cell phone, mental illness, school performance.

(FIRMA Y SELLO DEPARTAMENTO DE IDIOMAS)

USO PROBLEMÁTICO DEL TELÉFONO INTELIGENTE: MECANISMOS NEUROBIOLÓGICOS Y SU IMPLICACIÓN EN LA SALUD MENTAL Y EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ADOLESCENTES.

Problematic Smartphone Use: Neurobiological mechanisms and their implication on mental health and academic performance in adolescents.

Autor: Vanessa Aguirre-Peñañiel
vaguirre2@indoamerica.edu.ec

Tutora: Shadye Matar-Khalil
sharomakha@gmail.com

Lector: Mónica Paulina Guerra-Guerra
paulinaguerra@uti.edu.ec

Lector: María Soledad Males-Villegas
mariamales@uti.edu.ec

Trabajo de Titulación para la
obtención del título de
Magíster en Neurociencia,
Mención en Neurociencia y
Educación de la Universidad
Tecnológica Indoamérica.

Modalidad:
Investigación Cuantitativa.

RESUMEN

El Uso Problemático del Teléfono Inteligente (UPTI) se ha relacionado con problemas en la salud mental y física, asimismo con el rendimiento académico de los adolescentes. El objetivo de la presente investigación es describir teóricamente el mecanismo neurobiológico asociado al UPTI y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en población adolescente. Se realizó una Revisión Sistemática (RS) según la guía de PRISMA 2020; se obtuvieron 343 artículos en bases de datos como SCOPUS, EBSCO, Web of Science, PubMed y Medline, de los cuales siete cumplieron con todos los criterios de inclusión de la RS. Los estudios revelaron variaciones en el volumen de estructuras como el pedúnculo cerebeloso superior,

ABSTRACT

Problematic smartphones use (PSU) has been related to mental and physical health problems, as well as to the academic adolescent performance. The aim of the present research is to describe theoretically the neurobiological mechanism associated with PSU and its implication in mental health and academic performance in adolescent population. A Systematic Review (SR) was conducted according to the PRISMA 2020 guidelines; 343 articles were obtained from databases such as SCOPUS, EBSCO, Web of Science, PubMed and Medline, of which seven met all the SR inclusion criteria. The studies revealed variations in the volume of structures such as the superior cerebellar peduncle, amygdala and in the functional

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

Quito, Ecuador.
Marzo de 2023.

amígdala y en las conexiones funcionales de regiones frontoestriatales; así como mayor actividad electrocortical y concentración de cortisol. Además, se identificaron alteraciones en la salud mental como depresión, impulsividad y problemas de comportamiento y autocontrol asociados al UPTI; y escasa investigación respecto a rendimiento académico y/o variables afines (cognitivas-aprendizaje).

Palabras Clave: *Adolescencia, enfermedades mentales, rendimiento escolar, teléfono móvil.* **Keywords:** *Adolescence, cell phone, mental illness, school performance.*

1. INTRODUCCIÓN.

La neurociencia estudia el sistema nervioso, fusionando conocimientos de la psicología, biología, anatomía, modelado matemático, entre otras áreas, para comprender desde nuevas perspectivas procesos asociados a las funciones cognitivas, el comportamiento, los trastornos mentales, enfermedades neurodegenerativas, discapacidades mentales y etapas del desarrollo (Bear et al., 2020; Blanken et al., 2021). Actualmente, existen diferentes aplicaciones de la neurociencia cognitiva para entender, explicar y atender diferentes comportamientos humanos como son las en educación, forense, deporte, entre otras (Banich y Compton, 2018). En ese orden de ideas, esta investigación se centra en describir teóricamente el mecanismo neurobiológico implicado en el uso problemático del teléfono inteligente (UPTI) en relación con la salud mental (SM) y el rendimiento académico (RA) en

población adolescente, debido a que los teléfonos inteligentes (TI) se han convertido en un medio por el cual se puede realizar actividades de entretenimiento, académicas, sociales y profesionales.

El estudio de los efectos del UPTI se ha relacionado a una diversidad de problemas de salud como migraña, dolores de espalda, obesidad, problemas al dormir, sedentarismo y accidentes de tránsito (Demirci et al., 2015; Grimaldi-Puyana et al., 2020; Wacks y Weinstein, 2021). En lo que respecta a SM, los estudios se han enfocado principalmente en la ansiedad y la depresión (Elhai et al., 2018; Kil et al., 2021; Squires et al., 2021) y variables asociadas, como afectaciones en la autoestima (Li et al., 2019), estrés (Wang et al., 2015) e ideas suicidas (Woo et al., 2021); y los cuales se han llevado a cabo en jóvenes universitarios (Rozgonjuk et al., 2019), adultos (Winkler et al., 2020),

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

adolescentes (Oberst et al., 2017; Yang et al., 2018; Kim et al., 2020) y niños (Park y Park, 2021). A esto se agrega un reciente interés por conocer los efectos en el rendimiento académico (Busch y McCarthy, 2021; Sunday et al., 2021). En consecuencia, los trabajos se han enfocado en estudiantes universitarios (Yang et al., 2019), adolescentes (Wang et al., 2020) y niños (Kliesener et al., 2022), empleando instrumentos objetivos como puntajes de exámenes estandarizados (Domoff et al., 2020), evaluaciones subjetivas como en la autoeficacia académica (Bai et al., 2020) y evaluando habilidades cognitivas como la atención, memoria de trabajo y control inhibitorio (Hadar et al., 2017), los cuales han revelado correlaciones negativas entre el RA y UPTI (Harris et al., 2020), donde la SM o condiciones y calidad de vida de los participantes influyen en la relación (Kim et al., 2019).

Estrategias como las escalas psicométricas en cuestionarios de tipo autoinforme (Panova y Carbonell., 2018), preguntas estructuradas (Felisoni y Godoi, 2018), evaluaciones neuropsicológicas (Canale et al., 2019) o entrevistas cara a cara (Jun, 2019), son aplicadas para examinar las disfunciones psicológicas y comportamentales de los usuarios del TI (Harris et al., 2020). Adicionalmente, el uso de imágenes de resonancia magnética (IRM) permite detectar regiones específicas del cerebro que son alteradas por el uso excesivo del TI al comparar con grupos control (Cho et al., 2021; He et al., 2017; Horvath et al., 2020). La mayoría de los diseños de las investigaciones son transversales de tipo no experimental y descriptivo-correlacional (Kim et al., 2020),

lo cual dificulta comprender las causas del UPTI (Elhai et al., 2017). Aunque existen otros de tipo no experimental longitudinal (Rozgonjuk et al., 2019; Woo et al., 2021), con monitoreo mediante aplicaciones (Lin et al., 2017; Loid et al., 2020;) o experimentales (Han y Kim, 2022). Finalmente, algunos estudios utilizan mediadores y moderadores siguiendo las premisas de teorías (Brand et al., 2016; Kardefelt-Winther, 2014), para comprender mejor la relación del UPTI con la SM, el RA (De-Sola Gutiérrez et al., 2019; Elhai et al., 2020a; Elhai et. al, 2019; Kim et al., 2020) y las alteraciones en el cerebro (Schmitgen et al., 2020; Wang et al., 2015).

Otro punto importante es la discrepancia en denominar este comportamiento como “uso problemático”, uso excesivo, dependencia o adicción al teléfono inteligente (Panova y Carbonell., 2018); dado que hay quienes justifican el uso del término “adicción”, porque ocho síntomas del trastorno por uso de sustancias del DSM-5 coinciden con lo observado en personas con adicción al TI (De-Sola et al., 2016). Sin embargo, debido a que aún no existen suficientes investigaciones que respalden a este comportamiento como una adicción (Harris et al., 2020), a pesar de compartir algunas características (Billieux, 2012; Elhai et al., 2019), en este estudio se empleará el término “uso problemático del teléfono inteligente”. En otro orden, revisiones sobre este tema concluyen que la asociación entre los problemas de SM y el uso del TI es pequeña o no permanece constante a lo largo del tiempo; por esta razón, es difícil generalizar los resultados en diferentes grupos o poblaciones, así como estigmatizar el uso del TI en las diferentes

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

actividades diarias (ej. socializar vs. entretenimiento) (Busch y McCarthy; 2021; Dienlin y Johannes, 2022; Odgers y Jensen, 2022). Estos trabajos han permitido conocer la importancia de incluir variables respecto a la educación, funciones cognitivas y su relación con el UPTI, que no han sido ampliamente abordadas en las investigaciones (Neophytou et al., 2021; Domoff et al., 2020; Sunday et al., 2021).

Por otra parte, la adolescencia se caracteriza por la socialización entre pares (Sherman et al., 2016), actividad estrechamente relacionada con la búsqueda de independencia de sus cuidadores (Crews et al., 2006; Aberastury, 1989), con el objetivo de adquirir y desarrollar varias habilidades a nivel cognitivo y social (Cockerham et al., 2021), como estrategias de autorregulación (Kreniske et al., 2020) y de afrontamiento (Eschenbeck et al., 2018), y así evitar el desarrollo de comportamientos adictivos (Orben et al., 2020). Este proceso se complica para individuos que tienen una predisposición a desarrollar comportamientos impulsivos (Romer et al., 2017), presentan trastornos mentales como ansiedad o depresión (Karacic y Oreskovic, 2017; Obeid et al., 2019) y/o presencian comportamientos adictivos en su entorno (ej. phubbing) (Geng et al., 2021). En consecuencia, para aliviar sus emociones negativas utilizan excesivamente el TI en búsqueda de un refuerzo positivo (Elhai et al., 2017; Oberst et al., 2017; Kim et al., 2020; Rozgonjuk et al., 2019), como una estrategia de afrontamiento desadaptativa (Wang et al., 2020). Actualmente, la prevalencia de UPTI en adolescentes varía entre 10% a 31% en

diferentes contextos culturales (Geng et al., 2021).

La neurobiología es una disciplina que permite comprender los mecanismos estructurales y funcionales de adaptación dentro de circuitos cerebrales específicos (Striedter, 2016), que pueden estar involucrados en la transición hacia un comportamiento adictivo (Koob, 2011); y en adolescentes son de relevancia para comprender los efectos en su desarrollo (Bickham, 2021; Korte, 2022; Rao y Chen, 2022). Sin embargo, el acceso a la tecnología adecuada para realizarlos se vuelve un desafío, por lo cual una revisión sistemática puede proveer información sobre los avances en técnicas y conocimientos. Las ideas que esta genera, permiten tomar decisiones respecto a políticas públicas, intervenciones en el área de la salud y educación, y prioridades en proyectos de investigación (Page et al., 2021). Por consiguiente, llevar a cabo un estudio de revisión sistemática donde se describan teóricamente los mecanismos neurobiológicos del UPTI y sus afectaciones en la SM y el RA en adolescentes es pertinente, en particular por los cambios que la sociedad ha atravesado, como el uso cotidiano del TI, aumento de los problemas mentales y la pandemia de COVID-19.

1.1. PERSPECTIVA TEÓRICA

En el cerebro del adolescente, muchas sinapsis se pierden y solo se conservan aquellas que se utilizan (Konrad et al., 2013; Spear, 2007); asimismo, se refuerzan varias conexiones neuronales, modulan los niveles de los neurotransmisores, cambia la

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

reactividad cerebral y la concentración de materia gris y blanca (Spear, 2013). Estas modificaciones ocurren dentro de estructuras corticales y límbicas relacionadas con la cognición, la emoción y la recompensa que, particularmente en la adolescencia, son sensibles a estímulos del entorno (Thorpe et al., 2019). Estos procesos permiten la maduración del cerebro y desarrollar comportamientos complejos y controlados, como la toma de decisiones, la sensibilidad a las recompensas, la regulación de las emociones y la comprensión de situaciones sociales complejas (Guyer et al., 2018). Este período de neuroplasticidad que inicialmente les posibilita una mayor adaptación a su ambiente (Romer et al., 2017), les predispone a que estímulos negativos los lleven a desarrollar problemas de SM (Andrews et al., 2021) y/o comportamientos adictivos (Thorpe et al., 2019).

El UPTI es un patrón comportamental que se distingue por interferir en la vida personal e involucrar conflictos en las relaciones sociales, pérdida de interés en otras actividades, evasión de problemas, tolerancia, ansia y uso sostenido a pesar de las consecuencias adversas (Bianchi y Phillips, 2005; Winkler et al., 2020). Este constructo implica el uso excesivo del TI acompañado de un deterioro funcional en la vida cotidiana (Elhai et al., 2019; Lopez-Fernandez et al., 2014), el cual se ve reflejado en alteraciones físicas y psicológicas (Yang et al., 2018), así como desordenes cognitivos y comportamentales (Jun, 2019). Uno de los modelos teóricos utilizados para estudiar el UPTI es la Teoría de la Interacción de Persona-Afecto-

Cognición-Ejecución (I-PACE: siglas en inglés de Interaction of Person-Affect-Cognition-Execution) de Brand et al. (2016), porque actividades que pueden ser realizadas en el internet también pueden ser llevadas a cabo en un TI (Wang et al., 2015). El modelo argumenta que individuos con ciertas variables predisponentes (personalidad, cogniciones centrales, biología y psicopatología) pueden desarrollar conductas adictivas en situaciones específicas, y que el UPTI ocurre como un afrontamiento desadaptativo (Brand et al., 2019; Elhai et al., 2020b).

La salud mental se define como un estado de bienestar, donde un individuo se da cuenta de sus capacidades, puede hacer frente a las tensiones normales de la vida y es capaz de hacer una contribución a su comunidad (Aguirre Velasco et al., 2020). La ansiedad se caracteriza por un sentimiento subjetivo de tensión, preocupación, inquietud, nerviosismo y reactividad, con una percepción constante de peligro y amenaza hasta en eventos neutrales que implica la activación del sistema nervioso autónomo y varias activaciones fisiológicas (Smirni et al., 2020), que lleva a afectaciones en la salud (Arias et al., 2021; Idrissi et al., 2020). En los adolescentes, la ansiedad generalizada se distingue por una preocupación excesiva por su desempeño en actividades escolares y por ser aceptados socialmente (Beesdo et al., 2009). La depresión es un trastorno del estado de ánimo prevalente, cuyos síntomas son tristeza persistente y pérdida de interés varias actividades, poca iniciativa, baja autoestima, sensación de inutilidad (Bai et al., 2020; Cataldo et al., 2021), y es

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

más prevalente en mujeres (Guyer et al., 2018; Tymofiyeva et al. 2020). En la adolescencia, la depresión y ansiedad se han asociado a comportamientos adictivos, bajo rendimiento escolar y suicidio (Bai et al., 2020; Baker y Galván, 2020).

Al rendimiento académico (RA) se lo determina como el grado en el cual los estudiantes han logrado sus objetivos de aprendizaje a corto y largo plazo, y se ve reflejado en sus calificaciones (Cao et al., 2018) o por el desarrollo adecuado de ciertas funciones cognitivas (Felisoni y Godoi, 2018), las cuales presentan una interacción bidireccional (Peng y Kievit, 2020). Los adolescentes con UPTI pueden desarrollar alteraciones en ciertas funciones cognitivas, relacionadas con el comportamiento y aprendizaje, como en el control inhibitorio (Chun et al., 2018), atención (Harris et al., 2020) y memoria de trabajo (Bai et al., 2020). La atención se refiere a la capacidad de interactuar efectivamente con el entorno, al procesar y seleccionar una estimulación entrante, responder a cada estímulo y a mantener respuestas específicas y eficientes durante minutos u horas (Valdez, 2019). La memoria de trabajo permite almacenar información temporalmente mediante el control y la regulación activa de algunos procesos cognitivos, para realizar tareas relevantes del momento; mientras, el control inhibitorio permite superar un comportamiento automático y experimentado, mediante el control de la atención, el comportamiento, los pensamientos y las emociones (Liebherr et al., 2020).

1.2. ANTECEDENTES CONTEXTUALES Y EMPÍRICOS

1) *Problemas de Salud mental y el UPTI*

En adolescentes se han encontrado diferencias entre sexos, donde las mujeres presentan niveles más altos de UPTI (Demirci et al., 2015; Tymofiyeva et al., 2020). Según varios autores, esto estaría relacionado a estados de humor negativos (Pereira et al., 2020) y al uso de redes sociales para compartirlos y afrontarlos (De-Sola Gutiérrez et al., 2016; Kim et al., 2020). En hombres se ha registrado un mayor nivel de uso del TI, aunque el uso del dispositivo fue por largo tiempo en pocos momentos para buscar información y socializar, a diferencia de las mujeres que lo revisaban en varios momentos al día; además, al presentar UPTI, ellos registraron peor SM (Yang et al., 2018). En cuanto al tipo de uso del TI, social (interactuar en redes sociales, enviar/recibir mensajes y llamadas) y no social (visualizar videos, ver noticias, entretenimiento) (Woo et al., 2021), se ha demostrado que el segundo está relacionado a psicopatologías como la ansiedad y con un mayor nivel de UPTI (Elhai et al., 2019; Elhai et al., 2020a; Rozgonjuk et al., 2019).

Estudios con modelos mediador-moderador evidenciaron que el UPTI presenta una asociación moderada con la gravedad de la depresión y una asociación positiva pequeña a moderada con los síntomas de ansiedad (Elhai et al., 2019). Con respecto a la conducta suicida, en ambos sexos se evidenció una asociación significativa entre el tiempo que pasaron en el dispositivo (uso no social) y los intentos

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

de suicidio (Kim et al., 2019). Por otro lado, la pandemia de COVID-19 ha influido en un mayor acceso al TI, lo cual se constató en niños y adolescentes que aumentaron su uso para actividades educativas y sociales (Serra et al., 2021). Con jóvenes universitarios, una investigación longitudinal que comparó síntomas de ansiedad antes y durante pandemia, demostró mayores niveles de uso de los dispositivos y ansiedad debido al encierro (Huckins et al., 2020). Asimismo, la relación del UPTI con la ansiedad y la depresión en población china adulta (Elhai et al., 2020b), y entre la ansiedad y el UPTI en jóvenes y adultos de Canadá y Estados Unidos (Elhai et al., 2020c) se justificó por la falta de interacción en persona.

2) Problemas en el Rendimiento académico y los Dominios cognitivos asociados al UPTI

En adolescentes, la depresión es un factor de riesgo para predecir una mayor prevalencia de bajo RA, lo cual se registró en chinos, mediando la relación negativa y significativa entre el UPTI y el RA (objetivo y subjetivo), e influyendo en el comportamiento adictivo y el bajo RA (Bai et al., 2020). El estrés académico fue otro factor de riesgo en esta población, al evidenciarse como se asoció positivamente con la angustia psicológica y llevó a un mayor UPTI (Wang et al., 2020). En un estudio con niños y adolescentes alemanes se observaron asociaciones estadísticamente significativas entre síntomas de UPTI con problemas de comportamiento (internos y externos) y niveles bajos en la calidad de vida y RA, pero no con el tiempo de uso del dispositivo (Kliesener et al., 2022). En

adolescentes coreanos, estudios longitudinales evidenciaron que la depresión, el UPTI y el RA bajo aumentaron de forma persistente a lo largo de tres años; la relación positiva entre la depresión y problemas escolares estuvo mediada por el UPTI (Jun, 2019). El RA bajo se ha asociado con mayor UPTI y conflictos con familiares y amigos, lo cual afecta más a las mujeres (Kim et al., 2019).

En estudiantes universitarios con problemas de autorregulación se ha registrado que la ansiedad y procrastinación académicas son mediadas por el UPTI (Yang et al., 2019). Además, un metaanálisis reveló que mantener los niveles de atención y de autorregulación altos permite al estudiante lograr sus metas académicas, sin embargo, estos se ven afectados por actividades como realizar llamadas y enviar mensajes por el TI en clase (Sunday et al., 2021). En adolescentes chinos, se constató que la asociación entre el UPTI y el RA fue pequeña pero estadísticamente significativa, con un efecto mediador bajo de la reducción de la duración del sueño, el insomnio y la depresión. Asimismo, esto ocurriría porque el UPTI llevaría al desplazamiento de actividades académicas, distracción, multitarea, problemas de motivación, memoria, atención, razonamiento y cálculo (Liu et al., 2020). Por otra parte, en individuos con UPTI se han observado cambios en estructuras y conexiones cerebrales relacionados a alteraciones en funciones cognitivas como comportamientos impulsivos (Schmitgen et al., 2020; Schmitgen et al., 2022), déficit sensoriomotor (Hirjak et al., 2022; Wang et al., 2016) y problemas en la red de

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

prominencia (Ahn et al., 2021), de memoria (Hadar et al., 2017), atencionales (Han y Kim, 2022; Upshaw et al., 2022) emocionales (Seo et al., 2020; Zou et al., 2021; Zou et al., 2022) y en la toma de decisiones y procesamiento de recompensa (Lee et al., 2019; Westbrook et al., 2021).

Según lo mencionado, este trabajo abordará el efecto que tiene el UPTI en la SM y el RA en población adolescente. Por lo tanto, se formuló las siguientes hipótesis para la población adolescente a nivel mundial en el período 2012-2022: (1) el mecanismo neurobiológico asociado al uso problemático del teléfono inteligente debería afectar su salud mental, y (2) el mecanismo neurobiológico asociado al uso problemático del teléfono inteligente debería afectar su rendimiento académico. En torno a las hipótesis, se planteó las siguientes preguntas: ¿cuál es el mecanismo neurobiológico asociado al uso problemático del teléfono inteligente que afecta la salud mental en población adolescente a nivel mundial en el período 2012 - 2022?, y ¿cuál es el mecanismo neurobiológico asociado al uso problemático del teléfono inteligente que afecta el rendimiento académico en población adolescente a nivel mundial en el período 2012 - 2022?

Objetivo general:

- Describir teóricamente a partir de estudios publicados a nivel mundial entre el periodo 2012 -2022 el mecanismo neurobiológico asociado al uso problemático del teléfono inteligente y su implicación en la salud

mental y el rendimiento académico en población adolescente.

Objetivos específicos:

- Identificar en estudios publicados a nivel mundial entre el periodo 2012 - 2022 el mecanismo neurobiológico asociado al uso problemático del teléfono inteligente que afecta la salud mental en población adolescente.
- Identificar en estudios publicados a nivel mundial entre el periodo 2012 - 2022 el mecanismo neurobiológico asociado al uso problemático del teléfono inteligente que afecta el rendimiento académico en población adolescente.

2. MARCO METODOLÓGICO.

Los paradigmas que definen la metodología de esta investigación son el Positivismo y Constructivismo, el primero que se caracteriza por la objetividad y el segundo por la subjetividad (Guba y Lincoln, 2002). Las revisiones sistemáticas comprenden dos momentos, uno característico de la metodología cuantitativa y el otro de la cualitativa (Gordon, 2016). En el primero se cumplen pasos rigurosos de manera objetiva y sistematizada para que sus resultados puedan ser replicados (Sánchez-Meca y Botella, 2010). Mientras, en el segundo se aplican métodos de síntesis cualitativa (Aguilera Eguía, 2014).

Teniendo como base que la revisión sistemática es usada para recopilar y sintetizar de manera individual los hallazgos de investigaciones que abordan una pregunta-objetivo claramente establecido, como lo es para este estudio, se usó la guía

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas PRISMA 2020. La metodología de PRISMA 2020 ha sido diseñada principalmente para revisiones sistemáticas de estudios que evalúan los efectos de las intervenciones de salud, independientemente del diseño de los estudios incluidos. No obstante, puede ser aplicable a estudios de revisión sistemática que evalúan intervenciones sociales o educativas (Page et al., 2021a). La presente investigación llevó a cabo los pasos sugeridos en la Guía del PRISMA 2020 (Page et al., 2021b).

Primeramente, después de una revisión exhaustiva de la literatura referente al Uso problemático del teléfono inteligente, se estableció la pregunta PICO (siglas en inglés de population, intervention, comparison, outcomes) que se refiere a la población, intervención o tratamiento que se evalúa, comparación de esa intervención y resultados, relacionada a la investigación a realizarse (Linares-Espinós et al., 2018). En este estudio se la definió de la siguiente forma: P = adolescentes, I = uso problemático del teléfono inteligente, C = individuos con UPTI o sanos, O = alteraciones en los mecanismos neurobiológicos y afectaciones en la salud mental y rendimiento académico. A partir de esta pregunta se determinan las palabras clave y los criterios de inclusión (Pardal-Refoyo y Pardal-Peláez, 2020). La población en la que se enfocó la búsqueda fue en adolescentes de 10 a 19 años de edad, rango que ha sido definido por la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2018). Los participantes de los estudios seleccionados podían pertenecer o no a una institución educativa, ser reclutados de

manera personal o por vía web; además, no había restricción con respecto al país donde se llevó a cabo el estudio o nacionalidad del participante.

Como otros criterios de elegibilidad, se incluyeron todos los artículos de investigación, arbitrados, con texto completo, de acceso libre y redactados en inglés, que describan Mecanismos neurobiológicos del Uso Problemático del Teléfono Inteligente en población adolescente. Además, los artículos seleccionados podían presentar estudios: (1) comparativos transversales que usaron IRM para evaluar el UPTI versus grupo control; (2) con análisis de todo el cerebro o de una región de interés; (3) con información de diferencias en los volúmenes estructurales o las coordenadas máximas entre los participantes con UPTI y los grupos de control; (4) reporte de cambios en las funciones o conexiones cerebrales; (5) de experimentos que evalúen procesos en el cerebro; y (6) evaluación de concentración de biomoléculas de interés en la sangre. Los criterios de exclusión fueron textos de conferencias, prensa, artículos de revisión, artículos de investigación en curso y ensayos en no humanos. Los estudios que incluyeran individuos con edades fuera del rango establecido inicialmente también fueron excluidos.

Para la producción de datos de esta investigación se buscó sistemáticamente literatura publicada desde el 2012 al 2022, en las siguientes bases de datos: SCOPUS, EBSCO, Web of science, PubMed y Medline. En la primera búsqueda se utilizó un conjunto de palabras claves,

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

previamente definidas en la pregunta PICO. Estas palabras estuvieron unidas por el operador booleano AND de la siguiente forma: smartphone AND problematic use AND adolescent. Posteriormente, se realizó otras búsquedas empleando la fórmula inicial: smartphone AND problematic use AND adolescent AND mental health; smartphone AND problematic use AND adolescent AND academic performance; y, finalmente, smartphone AND problematic use AND adolescent AND brain. Se activó la opción incluir artículos con términos similares en las bases de datos que lo presentaban.

En cada búsqueda electrónica en las diferentes bases de datos, se leyeron los títulos, resúmenes y palabras claves de los artículos identificados, y se retiraron aquellos estudios que no cumplieron los criterios de inclusión. Al mismo tiempo, se exportó la información de los artículos resultantes al Software Mendeley, para almacenarla y eliminar los duplicados manualmente a través del formato Ris. Los números totales de los artículos reportados en cada base de datos, así como de aquellos posterior a la eliminación de duplicados, de los que no cumplieron con los criterios de inclusión y de los seleccionados para la revisión detallada, se registraron por medio de un gráfico de flujo según las recomendaciones de Page et al. (2021b).

Posteriormente, se revisaron de manera independiente los textos completos, y se ingresaron a una hoja de cálculo Excel los siguientes datos: (a) autores; (b) año publicado; (c) país; (d) número total de individuos, porcentaje de mujeres y edad promedio y desviación estándar (DE) del

Grupo con UPTI; (e) número total de individuos, porcentaje de mujeres y edad promedio y desviación estándar (DE) del Grupo Control; (f) número total de individuos, porcentaje de mujeres y edad promedio y desviación estándar (DE) del Grupo sin clasificación; (g) herramienta de evaluación del UPTI; (h) hipótesis planteada; (i) variables estudiadas; (j) comparaciones entre grupos ($GUPTI < GC$ y $GUPTI > GC$); (k) afectaciones en la salud mental (SM) y rendimiento académico (RA); (l) correlaciones encontradas; y, (m) conclusiones en mecanismos neuronales. Además, se identificaron estudios adicionales mediante la revisión de las secciones de referencia bibliográfica de los artículos seleccionados previamente.

Para interpretar adecuadamente la evidencia de la revisión sistemática es necesario conocer el riesgo de sesgo, el cual se refiere a la posibilidad de que estos hallazgos se desvíen sistemáticamente de la verdad debido a fallas metodológicas en el diseño, la realización o el análisis (Page et al. 2020b). La evaluación del riesgo de sesgo de cada artículo seleccionado en esta investigación se lo hizo siguiendo los criterios para evaluar el riesgo de sesgo del Manual Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones versión 5.1.0., el cual indica que puede ser empleado tanto para estudios que han sido o no realizados al azar y de tipo transversal. Los sesgos de selección, realización, detección, desgaste, notificación y otros se valoraron según los “Criterios para evaluar el riesgo de sesgo en la herramienta de evaluación Riesgo de sesgo” (Centro Cochrane Iberoamericano, traductores, 2012).

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

3. RESULTADOS.

El total de artículos encontrados en las bases de datos fue de 962, de los cuales 619 eran duplicados y 343 originales. Al realizar la lectura de títulos, resúmenes y texto completo, solo seis artículos cumplieron con los criterios de inclusión. A estos se adjuntó uno después de la revisión de las referencias bibliográficas de cada uno de los seis artículos. En consecuencia, se realizó la evaluación completa de siete publicaciones. La Figura 1 es un diagrama de flujo tipo PRISMA 2020, donde se detalla el proceso de búsqueda y depuración de la información.

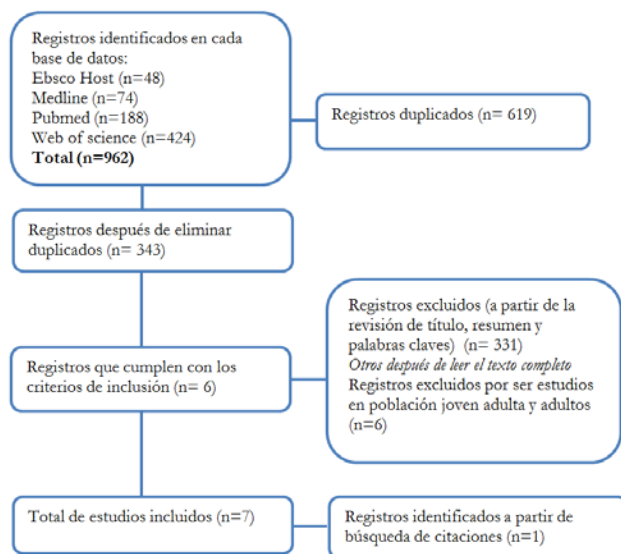


Figura 1. Diagrama de flujo de la búsqueda

3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS ESTUDIOS

En la Tabla 1 se encuentran detallados los datos más relevantes de cada uno de los estudios incluidos en la Revisión Sistemática. Cinco de los trabajos han clasificado su muestra en dos grupos: el grupo con UPTI y el denominado aquí como grupo control, pero que en los diferentes artículos fueron referidos como

sanos (Chun et al., 2018; Pyeon et al., 2021), con desarrollo típico (Cho et al., 2021; Yoo et al., 2021) o con bajo nivel de UPTI (Deng et al., 2021); mientras los otros, solo tenían una muestra conformada por individuos con UPTI. Además, se observó que los estudios en su mayoría se realizaron en el continente asiático.

3.2. PARTICIPANTES

El rango de edad de todos los estudios estuvo aproximadamente entre los 10 a 18 años. En el caso de la investigación de Deng et al. (2021), las edades fueron las más bajas debido a su hipótesis de la tendencia a desarrollar sensibilidad a la recompensa y los comportamientos adictivos en la adolescencia temprana y media (Deng et al., 2021). Mientras, en el trabajo de Inoue et al. (2019) solo se registra el rango de edad de los participantes, 12 a 13 años, sin el promedio y desviación estándar de los mismos. Dentro de los hallazgos, los estudios que registran participantes con mayor edad fueron dos (Cho et al., 2021; Tymofiyeva et al., 2020). A pesar de no ser un criterio de inclusión, solo un estudio detalla que su muestra pertenece a una institución educativa (Inoue et al., 2019).

La información detallada a continuación permitirá la valoración para asignar el riesgo de sesgo a cada artículo. En los hallazgos realizados de la Revisión se incluyeron participantes de ambos sexos, aunque el porcentaje entre estos no fue de 50% para cada uno. En el estudio de Cho et al. (2021) hubo un desequilibrio en el porcentaje de integrantes mujeres entre el grupo UPTI (60%) y el grupo control (28,36%); lo contrario se observó en los

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

trabajos de Inoue et al. (2019), Pyeon et al. (2021) y Tymofiyeva et al. (2020), donde casi se alcanzó el 50% para cada sexo. En el trabajo de Chun et al. (2018) el porcentaje de mujeres fue menor al 21,05% en ambos grupos. Con respecto al tamaño de la muestra, los que presentaron mayor número de participantes fueron Inoue et al. (2019) con 140 y Pyeon et al. (2021) con 93; el estudio con menos integrantes fue el de Tymofiyeva et al. (2020) con 19 individuos. Por otra parte, el desequilibrio entre el número de integrantes en los grupos UPTI y control fue evidente en dos estudios realizados con adolescentes coreanos (Cho et al., 2021; Yoo et al., 2021).

3.3. VARIABLES DE ESTUDIO EN EL MECANISMO

NEUROBIOLÓGICO DEL UPTI

Diferentes estructuras, conexiones funcionales, procesos y biomoléculas fueron las variables estudiadas en los siete artículos; una de estas variables fue la medida del volumen de masa gris y masa blanca, que se obtuvo a partir de IRM estructural. Cho et al. (2021) se enfocó en mediciones del mesencéfalo, puente, bulbo raquídeo y pedúnculo cerebeloso superior, y Yoo et al. (2021) en regiones estriatales (el caudado, el putamen y el núcleo accumbens). A partir de IRM funcional fueron registradas las conexiones funcionales de regiones frontoestriatales (corteza orbitofrontal, corteza media cingulada y el núcleo accumbens) en el estudio de Chun et al. (2018); mientras, la conexión en estado de reposo dentro del Giro frontal inferior fue evaluada por Pyeon et al. (2019). La RM de difusión y

conectómica permitió a Tymofiyeva et al. (2020) observar la centralidad de la red de tres nodos en la red mesolímbica (núcleo accumbens, corteza cingulada anterior y amígdala). Por otra parte, Deng et al. (2021) registraron la actividad electrocortical mediante electroencefalogramas de potenciales relacionados con eventos (PREs) como el P300, la positividad de recompensa y la negatividad relacionada a la recompensa, durante el procesamiento de la retroalimentación monetaria y social de recompensa y castigo.

Otros estudios analizaron las concentraciones de biomoléculas en sangre, relacionadas a actividades neuronales. Por un lado, Inoue et al. (2019) analizaron la concentración de niveles de cortisol sérico en relación al uso prolongado del teléfono inteligente. Igualmente, Chun et al. (2018) midieron cortisol sérico para observar asociaciones con la conectividad funcional de regiones frontoestriatales y síntomas de abstinencia. Finalmente, la alteración en la concentración de glutamato sérico se evaluó respecto a cambios en los volúmenes de las regiones estriatales en el trabajo de Yoo et al. (2021).

3.4. RESULTADOS PRINCIPALES DE CADA ESTUDIO

3.4.1. MECANISMO

NEUROBIOLÓGICO DEL UPTI

A continuación, se detallan los resultados principales de cada estudio de la Revisión Sistemática, los cuales se contrastan con sus respectivas hipótesis

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

en la Tabla 2. Primero, Cho et al. (2021) demostraron que la gravedad del UPTI se correlaciona negativamente con una reducción en el volumen del pedúnculo cerebeloso superior. Segundo, Chun et al. (2018) constataron menor conectividad entre la corteza orbitofrontal y el núcleo accumbens derechos y entre la corteza orbitofrontal y la corteza cingulada media izquierdas en el grupo UPTI; mientras, las concentraciones de cortisol sérico fueron menores en el grupo control. Además, el grupo UPTI mostró que los síntomas de abstinencia se correlacionaban significativamente de manera positiva con las concentraciones de cortisol y de manera negativa con la conectividad frontoestriatal izquierda; mientras, la relación de esta misma conectividad con las concentraciones de cortisol fue negativa pero no significativa.

Tercero, Deng et al. (2021) comprobaron que los individuos con UPTI presentan en sus actividades electrocorticales valores altos de P3 y positividad de recompensa cuando procesan eventos de retroalimentación social, pero al recibir castigo social el P3 fue menor en este grupo. Cuarto, Inoue et al. (2019) encontraron correlación significativa entre el cortisol sérico y el tiempo de uso del TI. Quinto, Pyeon et al. (2021) demostraron que el grupo UPTI presenta una reducción de la conectividad funcional frontolímbica en estado de reposo que se asoció con la gravedad del UPTI y niveles bajos de autocontrol. Sexto, Tymofiyeva et al.

(2020) revelaron una asociación significativa entre la centralidad del nodo de la amígdala derecha y la puntuación del UPTI. Séptimo, Yoo et al. (2021) evidenciaron que los individuos con UPTI presentaban un núcleo caudado (NC) de ambos lados reducido, que el nivel de glutamato sérico no fue significativamente diferente a los del grupo control; y, principalmente, que el volumen del NC izquierdo se correlacionó positivamente con el nivel de glutamato sérico y negativamente con los rasgos de impulsividad y las puntuaciones UPTI.

3.4.2. AFECTACIONES EN LA SALUD MENTAL

Cinco de las investigaciones lograron comprobar que existen cambios en el comportamiento, en estructuras (Cho et al., 2021; Yoo et al., 2021), funcionamiento (Chun et al., 2018; Pyeon et al., 2021), procesos (Deng et al., 2021) y concentraciones de biomoléculas (Chun et al., 2018) en relación con los mecanismos neuronales del UPTI que afectan la salud mental, al comparar a estos con grupos control. Por un lado, Chun et al. (2018) evidenciaron un pequeño efecto de la depresión en la diferencia entre grupos (UPTI vs. Control) en la conectividad frontoestriatal derecha. Mientras, Cho et al. (2020) afirmaron que las aberraciones en el PCS pueden estar asociadas a los comportamientos adictivos característicos de una persona con UPTI, debido a alteraciones en el procesamiento motivacional. Deng et al. (2021) lograron evidenciar que los

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

adolescentes experimentan una creciente demanda de crear interacciones interpersonales y conexiones sociales, y debido a esto son más sensibles a las recompensas sociales, lo cual los lleva a generar comportamientos como el UPTI. Además, Pyeon et al. (2021) demostraron que los problemas de impulsividad y autocontrol del grupo UPTI se deben a conexiones funcionales reducidas entre el giro frontal inferior derecho y la amígdala. Finalmente, Yoo et al. (2021) concluyeron que el volumen caudado alterado podría verse afectado por una alta impulsividad y síntomas depresivos característicos de individuos con UPTI.

3.4.3. AFECTACIONES EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO

Los estudios de los artículos seleccionados en esta Revisión sistemática no evaluaron asociaciones entre los mecanismos neuronales del UPTI y alteraciones en dominios cognitivos-aprendizaje que afecten el rendimiento académico de adolescentes.

3.5. CALIDAD DE LA EVIDENCIA

Al evaluar la calidad metodológica, cinco estudios fueron categorizados con riesgo de sesgo bajo y dos con alto (Tabla 3).

3.5.1. SESGO DE SELECCIÓN

A excepción del trabajo de Tymofiyeva et al. (2020), que no presentaba detalles de cómo fue seleccionada la muestra y por lo cual fue categorizado como

riesgo poco claro, al resto de estudios se les asignó riesgo alto. Esto debido a que, por una parte, en el criterio Generación de la secuencia, el mecanismo de asignación a cada grupo fue a partir de una o varias pruebas en los cuatro estudios (Cho et al., 2021; Chun et al., 2018; Deng et al., 2021; Pyeon et al., 2021; Yoo et al., 2021). Aunque, Inoue et al. (2019) utilizaron otro mecanismo de selección y separación de la muestra, este no fue al azar sino por un muestreo no probabilístico por conveniencia. Bajo otro criterio evaluado, Ocultación de la asignación, cuatro investigaciones tienen bajo riesgo y tres riesgo poco claro (Deng et al., 2021; Inoue et al., 2019; Tymofiyeva et al., 2020); las primeras porque sus encuestas fueron en línea y al azar, y las segundas porque no se especificaba en el texto como se llevó a cabo esta parte de la selección. Otro criterio que se evaluó en este sesgo fue el Control de factores de confusión, el cual se enfocó en el uso de métodos estadísticos para minimizar los efectos del tamaño de la muestra o que otras variables puedan afectar los resultados. En bajo riesgo se categorizó a cinco estudios que sí llevaron a cabo estos procesos. No obstante, un estudio (Inoue et al., 2019) no indica haber realizado estos análisis.

3.5.2. SESGO DE REALIZACIÓN

Al valorarse si, según el criterio de los investigadores, a pesar de no existir cegamiento de los participantes esto no afectaba los resultados, cinco estudios se asignaron con bajo riesgo en este

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

sesgo. Los otros dos estudios (Inoue et al., 2019; Tymofiyeva et al., 2020) no presentaban detalles de esto en sus textos; debido a eso se les asignó como riesgo poco claro.

3.5.3. SESGO DE DETECCIÓN

Este sesgo evaluó que, aunque no hay cegamiento de la evaluación de resultado, los revisores creen que no es probable que esto influya, por lo cual, al presentar características que lleven a afirmar este enunciado, cinco trabajos (Cho et al., 2021; Chun et al., 2018; Deng et al., 2021; Pyeon et al., 2021; Yoo et al., 2021) fueron asignados en bajo riesgo. Los otros restantes no presentaron información al respecto, en consecuencia su riesgo fue poco claro.

3.5.4. SESGO DE DESGASTE

En la mayoría de los artículos se incluyeron los datos resultantes de los estudios. No obstante, Inoue et al. (2019) no detallaron que hayan excluido datos, pero en las tablas de rangos de edad no incluyen la media y desviación estándar del rango de edad de los participantes. Por otra parte, Chun et al. (2018) explican que inicialmente excluyeron de su muestra los datos de tres individuos que habían registrado movimiento severo de la cabeza durante la adquisición de las IRM funcionales. Igualmente, Yoo et al. (2021) excluyeron tres individuos de la muestra inicial por la misma razón y dos más por presentar trastorno depresivo. Debido a que la exclusión fue en los primeros momentos de la

investigación, no se consideró a esto como razón de alto riesgo de sesgo.

3.5.5. SESGO DE REALIZACIÓN

En este sesgo todos los estudios fueron asignados como bajo riesgo, dado que en la metodología, resultados y resto del texto del artículo, presentaban todos los detalles de los resultados. Aunque, en el caso de Tymofiyeva et al. (2020) los autores solicitan contactarse para mayores detalles respecto a lo encontrado en la resonancia magnética de difusión y conectómica.

3.5.6. OTROS SESGOS

El criterio de esta sección fue lo anunciado por los autores en las limitaciones que se tuvieron en cada estudio y, en razón de esto, todos presentaron alto riesgo. No conocer la causa que lleva al UPTI por haber utilizado diseños transversales fue una limitación considerada por tres trabajos (Cho et al., 2021; Chu et al., 2018; Tymofiyeva et al., 2020). El tamaño pequeño de la muestra fue considerado un limitante para generalizaciones de los resultado por Deng et al. (2021), Tymofiyeva et al. (2020) y Yoo et al. (2021). Además, para Cho et al. (2021) otro limitante fue no haber considerado otras variables psicológicas o ambientales en el estudio. Deng et al. (2021) consideraron que utilizar cuestionarios de autoinforme también condiciona los resultados. Finalmente, para Inoue et al. (2019) la toma de muestras de sangre pudo haber sido un evento estresor que alteró sus resultados.

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

Tabla 1. Descripción de estudios de mecanismos neurobiológicos del UPTI en adolescentes

Autores	Año publicado	País	Grupo UPTI (GUPTI)			Grupo Control (GC)			Grupo sin clasificación			Herramienta de evaluación del UPTI
			N	% ♀	Edad promedio (DE)	N	% ♀	Edad promedio (DE)	N	% ♀	Edad promedio (DE)	
Chun et al.	2018	Corea	38	15.79	14.95 (1.45)	38	21.05	14.08 (1.28)				SAPS
Inoue et al.	2019	Japón							140	42.86	12.50	"¿Cuánto tiempo usa un teléfono inteligente por día?"
Tymofiyeva et al.	2020	Estados Unidos							19	42.11	16.3 (1.2)	SAS-SV
Cho et al.	2021	Corea	20	60.00	16.20 (1.11)	67	28.36	15.27 (1.69)				SAPS
Deng et al.	2021	China	21	33.33	12.86 (1.16)	25*	56.00	11.58 (1.22)				MPPUS-10
Pyeon et al.	2021	Corea	47	46.81	15.68 (1.48)	46	43.48	14.98 (1.61)				SAPS y SAS
Yoo et al.	2021	Corea	20	60.00	16.20 (1.11)	68	27.94	15.26 (1.68)				SAPS

*grupo con bajo UPTI; DE= desviación estándar; SAS = Smartphone Addiction Scale; SAS-SV = Smartphone Addiction Scale - Short Version, Escala de Adicción a Teléfonos Inteligentes - Versión corta; SAPS = Smartphone Addiction Proneness Scale; UPTI= uso problemático del teléfono inteligente.

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

Tabla 2. Resumen de resultados principales de los estudios de la Revisión sistemática

Estudio	Hipótesis planteada	Variables estudiadas	Comparación entre grupos		Afectaciones en la salud mental (SM) y rendimiento académico (RA)	Correlaciones encontradas	Conclusiones en mecanismo neuronales
			GUPTI < GC	GUPTI > GC			
Chun et al., 2018	La conectividad cerebral presentaría alteraciones en el procesamiento de recompensas y el control cognitivo en estado de reposo en adolescentes con UPTI en comparación con el GC. La conectividad funcional de las regiones frontoestriales estaría relacionada con los síntomas de abstinencia del uso de Internet y el aumento de las concentraciones de cortisol.	Conectividad funcional por señales BOLD Niveles séricos de Cortisol en muestras de sangre	Entre: COFd y el Naccd, y COFi y la CCMi	Entre: CCM y el Nacc Cortisol sérico	SM: Se evidenció un pequeño efecto de la depresión en la diferencias de grupos en la conectividad frontoestriatal derecha	-El GUPTI mostró una correlación positiva y significativa entre los síntomas de abstinencia del uso de Internet y las concentraciones de cortisol. -Las correlaciones en este grupo fueron significativas entre la conectividad frontoestriatal del hemisferio izquierdo y los síntomas de abstinencia del uso de Internet. -Entre la conectividad frontoestriatal izquierda y las concentraciones de cortisol existió una correlación negativa pero no significativa. -Correlación negativa entre la conectividad de la COF con la NAcc y los síntomas de abstinencia y las concentraciones de cortisol.	-La menor conectividad entre la COFd y el NAccd y entre la COFi y la CCMi en el GUPTI está relacionada a procesamiento de las recompensas a estímulos sociales y afectivos, problemas en el control de la impulsividad. -La mayor conectividad funcional entre CCM y NAcc en el GUPTI puede reflejar un mayor control basado en el procesamiento de recompensas en estado de reposo.

BOLD = siglas en inglés de “blood oxygenation level-dependent”, señal producida por los cambios dependientes del grado de oxigenación sanguínea; CCM=Corteza cingulada media; COF=corteza orbitofrontal; d= derecha; GC= Grupo control; GUPTI= grupo con UPTI; i= izquierda; NAcc=núcleo accumbens; UPTI= uso problemático del teléfono inteligente.

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

Tabla 2. Continuación. *Resumen de resultados principales de los estudios de la Revisión sistemática*

Estudio	Hipótesis planteada	Variables estudiadas	Comparación entre grupos		Afectaciones en la salud mental (SM) y rendimiento académico (RA)	Correlaciones encontradas	Conclusiones en mecanismo neuronales
			GUPTI < GC	GUP TI> GC			
Inoue et al., 2019		Niveles séricos de Cortisol en muestras de sangre			SM: Los autores argumentan que los niveles de cortisol alto están relacionados a problemas de estrés, ansiedad y depresión.	-Existe una correlación significativa entre el cortisol sérico y el tiempo de uso del TI.	-Los niveles altos de cortisol sérico están relacionados a un tiempo de despertar relativamente tardío, duración corta del sueño y uso prolongado de un TI.
Tymofiyeva et al., 2020	En los adolescentes con UPTI, existiría una interrupción de la centralidad de la red de tres nodos en la red mesolímbica: núcleo accumbens, corteza cingulada anterior y amígdala; para lo cual se tomó en cuenta el papel del sexo, ya que múltiples estudios han sugerido que las mujeres pueden tener una mayor UPTI.	Secuencias de difusión (resonancia magnética de difusión y conectómica)				-Se reveló una asociación significativa entre la centralidad del nodo de la AMId y la puntuación del UPTI. -Las centralidades de otros nodos (del NAcc y CCA) no se correlacionaron significativamente con el UPTI.	-La centralidad del nodo de la AMId se correlacionó positivamente con el UPTI. Esto debido a una mayor conectividad estructural (mayor número de fibras de materia blanca y/o su mielinización) de la amígdala con otras regiones del cerebro. Y al vincular señales ambientales con los sistemas de recompensa en el cuerpo estriado, la amígdala puede volverse demasiado sensible en el UPTI y las fuertes recompensas asociadas, lo que puede llevar a un deseo constante de representar el comportamiento adictivo.

AMI=amígdala; CAA= corteza cingulada anterior; d= derecha; i= izquierda; NAcc=núcleo accumbens; TI=teléfono inteligente; UPTI= uso problemático del teléfono inteligente.

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

Tabla 2. Continuación. *Resumen de resultados principales de los estudios de la Revisión sistemática*

Estudio	Hipótesis planteada	Variables estudiadas	Comparación entre grupos		Afectaciones en la salud mental (SM) y rendimiento académico (RA)	Correlaciones encontradas	Conclusiones en mecanismo neuronales
			GUPTI < GC	GUPTI > GC			
Cho et al., 2021	El volumen del tronco encefálico (mesencéfalo, puente, bulbo raquídeo y pedúnculo cerebeloso superior) disminuiría de acuerdo con la gravedad del UPTI.	VMG y VMB	PCS	N/a	SM: Aberraciones en el PCS puede estar asociados a comportamientos adictivos en las personas con UPTI, en particular debido a alteraciones en el procesamiento motivacional.	-El GUPTI mostró un volumen significativamente menor de PCS que el GC. -El volumen del SCP y la puntuación UPTI se correlacionaron negativamente.	-El volumen del PCS disminuyó significativamente en el GUPTI, pero no en otras subestructuras del tronco encefálico (mesencéfalo, protuberancia y bulbo raquídeo). -La gravedad del UPTI se asoció con una reducción en el volumen del PCS.
Deng et al., 2021	El GUPTI produciría mayores potenciales relacionados con eventos (PREs), como el procesamiento de recompensas en condiciones de retroalimentación social que en condiciones de retroalimentación monetaria, especialmente en condiciones para recompensa social.	Actividad electrocortical por EEG	P3 al recibir castigo social	P3 al recibir recompensa social. Mayor positividad de recompensa en condiciones de retroalimentación social	SM: Los adolescentes experimentan una creciente demanda de crear interacciones interpersonales y conexiones sociales, debido a esto son más sensibles a las recompensas sociales.	N/a	-Los valores altos de P3 y positividad de recompensa puede representar mayores motivaciones de acercamiento hacia la retroalimentación social en adolescentes con uso problemático de teléfonos inteligentes; lo cual podría estar relacionado con regiones cerebrales relacionadas con la recompensa altamente activadas, en particular a las recompensas sociales.

d= derecha; EEG= electro encefalograma; i= izquierda; N/a = no aplica; PCS= pedúnculo cerebeloso superior; PRE= Potenciales relacionados con eventos, ERP (siglas en ingles event-related potentials); P3= potencial cognitivo P300, componente positivo de 300 a 400 ms; UPTI= uso problemático del teléfono inteligente; VMG= volumen de materia gris; VMB= volumen de materia blanca.

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

Tabla 2. Continuación. *Resumen de resultados principales de los estudios de la Revisión sistemática*

Estudio	Hipótesis planteada	Variables estudiadas	Comparación entre grupos GUPTI < GC GUPTI > GC	Afectaciones en la salud mental (SM) y rendimiento académico (RA)	Correlaciones encontradas	Conclusiones en mecanismo neuronales
Pyeon et al., 2021	Los adolescentes con UPTI mostrarían una rsFC reducida dentro del GFId. La conectividad funcional alterada dentro del GFId estaría asociada con la gravedad de los síntomas del UPTI y los niveles reducidos de autocontrol.	Conectividad funcional por señales BOLD	rsFC entre: GFId- GPHi; GFId- GPHd; GFId- AMIi; y GFId- HIPd	SM: Problemas de impulsividad y autocontrol mayor en GUPTI, llevan a dificultades para regular las emociones; y esto debido a rsFC reducida entre GFId y AMIi.	-Los niveles de UPTI y autocontrol se correlacionaron negativamente en ambos grupos. -Los valores altos de UPTI se asociaron con valores más bajos de rsFC entre GFId y las regiones límbicas (GPH bilateral, AMIi y HIi). El rsFC entre el GFId y el HIPd se correlacionó negativamente con la cantidad de tiempo dedicado al uso de TI. -En los análisis de mediación: al usar el rsFC de GFId- GPH como variable causal, se reveló que este tuvo una influencia indirecta en la gravedad del UPTI a través de autocontrol; al utilizar el rsFC del GFId- GPHd como variable causal, esta también tuvo un efecto indirecto sobre la gravedad del UPTI vía autocontrol.	-La reducción en la rsFC frontolímbica se asoció con la gravedad del UPTI y niveles bajos de autocontrol. -El rsFC reducido del GFId- AMI del GUPTI podría representar alteraciones en la prominencia y las redes ejecutivas. -La conectividad GFId- GPH podría representar un biomarcador neuronal del UPTI. -La reducción de la rsFC del GFId- HIi en el GUPTI y su correlación negativa con la cantidad de tiempo dedicado al uso del TI, llevaría a un deterioro en la capacidad del individuo para suprimir pensamientos intrusivos y recuerdos relacionados con los antojos dirigidos al TI.

AMI=amígdala; BOLD = siglas en inglés de “blood oxygenation level-dependent”, señal producida por los cambios dependientes del grado de oxigenación sanguínea; d= derecha; GFI= Giro frontal inferior; GPH= Giro parahipocampal; GC= grupo control; GUPTI= grupo con UPTI; HIP=hipocampo; i= izquierda; rsFC= siglas en inglés de “resting-state functional connectivity”, conectividad funcional alterada en estado de reposo; TI= teléfono inteligente; UPTI= uso problemático del teléfono inteligente.

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

Tabla 2. Continuación. *Resumen de resultados principales de los estudios de la Revisión sistemática*

Estudio	Hipótesis planteada	Variables estudiadas	Comparación entre grupos		Afectaciones en la salud mental (SM) y rendimiento académico (RA)	Correlaciones encontradas	Conclusiones en mecanismo neuronales
			GUPTI < GC	GUPTI > GC			
Pyeon et al., 2021						-Cuando se usó la rsFC de GFId- AMIi como variable causal, el análisis de mediación reveló que esta tuvo una influencia indirecta en la gravedad del UPTI vía autocontrol.	-La mediación del autocontrol entre el rsFC del GFId y la severidad del UPTI, podrían proporcionar evidencia neurológica que problemas autocontrol de un individuo conduce al UPTI y que sea considerado una adicción conductual.
Yoo et al., 2021	En adolescentes con UPTI existirían efectos indirectos significativos de la transmisión glutamatérgica alterada a través de la alteración volumétrica en las regiones estriatales (el caudado, el putamen y el núcleo accumbens).	VMG y VMB Niveles séricos de glutamato en muestras de sangre	NCd NCi No hay diferencias	No hay diferencias	SM: El volumen caudado alterado podría verse afectado por una alta impulsividad y síntomas depresivos característicos de individuos con UPTI	-El volumen del NCi se correlacionó positivamente con el nivel de glutamato sérico y negativamente con los rasgos de impulsividad y las puntuaciones UPTI. -El modelo de mediación reveló un efecto indirecto significativo del glutamato sérico en el UPTI a través de la reducción del volumen del caudado izquierdo.	-El GUPTI mostró alta impulsividad, depresión, ansiedad y volumen reducido del NC. -El nivel de glutamato sérico no fue significativamente diferente entre grupos. -El efecto indirecto significativo del glutamato sérico en la gravedad del UPTI, estuvo mediado por la pérdida de volumen del NCi. -El volumen alterado del NC se debería a la alta impulsividad y síntomas depresivos característicos del UPTI.

AMI=amígdala; d= derecho; i= izquierdo; GFI= Giro frontal inferior; NC= núcleo caudado; rsFC= siglas en inglés de “resting-state functional connectivity”, conectividad funcional alterada en estado de reposo; UPTI= uso problemático del teléfono inteligente; VMG= volumen de materia gris; VMB= volumen de materia blanca.

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

Tabla 2. Continuación. *Resumen de resultados principales de los estudios de la Revisión sistemática*

Estudio	Hipótesis planteada	Variables estudiadas	Comparación entre grupos		Afectaciones en la salud mental (SM) y rendimiento académico (RA)	Correlaciones encontradas	Conclusiones en mecanismo neuronales
			GUPTI < GC	GUPTI > GC			
Yoo et al., 2021							-Los efectos de mediación indirecta del NCi pueden ser específicos de la fisiopatología del UPTI, debido a que la diferencia de volumen y el efecto de mediación del NCi siguieron siendo significativos en el análisis de sensibilidad después de controlar los efectos de las puntuaciones la impulsividad y depresión.

i= izquierdo; NC= núcleo caudado; UPTI= uso problemático del teléfono inteligente.

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

Tabla 3. *Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios incluidos*

Sesgos evaluados		Estudios						
Tipos	Criterios	Chun et al., 2018	Inoue et al., 2019	Tymofiyeva et al., 2020	Cho et al., 2021	Deng et al., 2021	Pyeon et al., 2021	Yoo et al., 2021
Selección	Generación de la secuencia	Alto riesgo	Alto riesgo	Riesgo poco claro	Alto riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo
	Ocultación de la asignación	Bajo riesgo	Riesgo poco claro	Riesgo poco claro	Bajo riesgo	Riesgo poco claro	Bajo riesgo	Bajo riesgo
	Control de factores de confusión	Bajo riesgo	Riesgo poco claro	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo
Realización	Cegamiento de participantes y de personal	Bajo riesgo	Riesgo poco claro	Riesgo poco claro	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo
Detección	Cegamiento de evaluadores, de resultado	Bajo riesgo	Riesgo poco claro	Riesgo poco claro	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo
Desgaste	Datos de resultados incompletos	Bajo riesgo	Riesgo poco claro	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo
Notificación	Notificación selectiva de los resultados	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo	Bajo riesgo
Otros sesgos		Alto riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo	Alto riesgo
Riesgo de sesgo		Bajo	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

Los hallazgos de la presente Revisión Sistemática (RS) revelan las siguientes características del mecanismo neurobiológico del uso problemático del teléfono inteligente en adolescentes: (1) menor conectividad funcional entre la corteza orbitofrontal y el núcleo accumbens derechos y entre la corteza orbitofrontal y la corteza cingulada media izquierdas; (2) mayor conectividad funcional entre la corteza cingulada media y el núcleo accumbens; (3) menor volumen del pedúnculo cerebeloso superior; (4) reducción de las conexiones funcionales frontolímbicas en estado de reposo; (5) mayor centralidad del nodo de la amígdala; (6) menor volumen en el núcleo caudado derecho e izquierdo; (7) mayores niveles de cortisol; y (8) mayor actividad electrocortical al recibir retroalimentación social y menor al recibir castigo social. Las afectaciones en la salud mental debido al mecanismo neurobiológico del UPTI fueron la depresión y los problemas característicos del comportamiento adictivo; pero la ansiedad y la conducta suicida, de las cuales se tiene evidencia de asociación con el UPTI en esta población (Kara y Inceman-Kara, F., 2019; Kim et al., 2019; Kim et al., 2020; Oberst et al., 2017) no fueron incluidas en estos estudios. No se registró evidencia de afectaciones en el rendimiento académico y/o función cognitiva (aprendizaje) debido al mecanismo neurobiológico del teléfono inteligente en ninguno de los siete artículos revisados; sin embargo, se podría inferir que, dada la relación del UPTI con la depresión, es probable que esto lleve a un bajo rendimiento académico como se ha

visto en otros estudios (Bai et al., 2020; Kliesener et al., 2022; Wang et al., 2020). Además, se constató que son muy pocos los estudios en esta línea de investigación enfocados en adolescentes, pues la mayoría se han desarrollado con población joven adulta y adulta (Choi et al., 2021; Hadar et al., 2017; Horvath et al., 2020; Lee et al., 2019; Zou et al., 2021; 2022a; 2022b).

Con relación a la salud mental, se revela que adolescentes con UPTI y depresión presentan en su mecanismo neurobiológico menor conectividad funcional en la región frontoestriatal derecha (corteza orbitofrontal y el núcleo accumbens) (Chun et al., 2018) y menor volumen del núcleo caudado (Yoo et al., 2021), así como aberraciones del pedúnculo cerebeloso superior asociadas a comportamientos adictivos (Cho et al., 2021). Además, problemas de impulsividad y autocontrol debido a la disminución de conexiones funcionales (giro frontal inferior derecho - amígdala izquierda) en estado de reposo (Pyeon et al., 2021) y a la reducción del núcleo caudado. En lo que respecta al mecanismo neurobiológico de jóvenes adultos y adultos con UPTI, se han evidenciado alteraciones en el giro frontal asociadas a depresión (Zou et al., 2022), problemas de comportamiento (Wang et al., 2016) y en el procesamiento de recompensas, y déficits en la inhibición de respuestas (Schmitgen et al., 2020). También se registraron cambios en la corteza orbitofrontal derecha vinculados a dificultades para la toma de decisiones y en el control inhibitorio (Horvath et al., 2020; Lee et al., 2019; Schmitgen et al., 2020); mientras, alteraciones en la amígdala están asociadas con déficits en el procesamiento

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

de recompensa y depresión (Zou et al., 2021), pero en personas con adicción a las redes sociales están asociadas a comportamiento impulsivo (He et al., 2017). Las variaciones en el volumen de la masa gris del núcleo accumbens se relacionan con mayores niveles de impulsividad en individuos con uso excesivo de redes sociales (Montag et al., 2017), y en aquellas con Trastorno de juego en internet se relacionan con dificultades en el procesamiento de recompensas (Cai et al., 2015).

En dos artículos revisados se afirma que existen características particulares del mecanismo neurobiológico del UPTI: los cambios en el núcleo caudado (Yoo et al., 2021) y las alteraciones en la conectividad entre el giro frontal inferior derecho y el giro parahipocampal (Pyeon et al., 2021); las cuales deberían considerarse para futuras investigaciones con otras poblaciones. Por otro lado, las concentraciones de cortisol se han relacionado con la desregulación en el eje hipotalámico-pituitario-adrenal y comportamientos adictivos (uso de sustancias) y estrés (Rao y Chen, 2022). Por lo tanto, dos estudios de esta RS evaluaron los cambios en los niveles de cortisol sérico evidenciando, en uno, que existe una correlación negativa entre la conectividad frontoestriatal (COF – Nacc), los síntomas de abstinencia y las concentraciones de cortisol (Chun et al., 2018), y en otro, que los niveles de concentración se asocian con UPTI, aunque otras variables podrían influir también (Inoue et al., 2019). El glutamato es un modulador opuesto de la dopamina en las vías mesocorticolímbicas y está estrechamente asociado con

comportamientos de adicción (Seo et al., 2020). En razón de esto, Yoo et al. (2021) analizó las concentraciones de glutamato sérico y evidenció su efecto indirecto significativo en el UPTI a través de la reducción del volumen del caudado izquierdo; aunque no encontró diferencias de concentración entre individuos con UPTI y control.

Además, relacionado con la salud mental, está el efecto del mecanismo neurobiológico del UPTI en la cognición social de los adolescentes, el cual se evidenció cuando los individuos con UPTI reaccionaron mayormente a la retroalimentación social positiva generando mayor actividad electrocortical; según los investigadores, esto se debería a la búsqueda continua en la adolescencia de aprobación social por parte de sus pares (Deng et al., 2021). Asimismo, se ha observado una mayor activación de ciertas regiones del cerebro vinculadas a la cognición social al obtener un “me gusta” en las redes sociales (Sherman et al., 2016). En conjunto, esto sustenta lo observado en estudios con la variable “Miedo a perderse experiencias” (FOMO: siglas en inglés de Fear of missing out), la cual se refiere al deseo de estar constantemente conectado para formar parte de experiencias placenteras y gratificantes compartidas por miembros de una red social (Przybylski et al., 2013); en adolescentes se ha asociado con la necesidad continua de regular sus emociones negativas y compensar relaciones sociales insatisfechas, que en efecto los lleva a altos niveles de FOMO, UPTI y ansiedad (Elhai et al., 2020; Oberst et al., 2017). De acuerdo con esto, y en vista que el TI y las redes sociales son

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

un nuevo mecanismo de comunicación y de presentación a la sociedad para ellos, es probable que su uso frecuente no se relacione exclusivamente con un comportamiento adictivo, sino a la búsqueda de aprobación y reconocimiento por parte de sus pares. Por consiguiente, es necesario que futuras investigaciones evalúen si el comportamiento adictivo es a las redes sociales o al TI.

Ninguno de los estudios de esta RS aborda los efectos que puede tener el mecanismo neurobiológico del UPTI en el rendimiento académico de los adolescentes; aunque, en jóvenes y adultos con UPTI, las alteraciones cerebrales están vinculadas a afectaciones en funciones cognitivas como la atención, lo cual ha sido comprobado al realizar actividades como observar imágenes de TI (Schmitgen et al., 2020), escuchar notificaciones (Upshaw et al., 2022) y resolver ejercicios matemáticos (Hadar et al., 2017); aunque los resultados no son concluyentes con respecto a la memoria de trabajo (Upshaw et al., 2022; Hadar et al., 2017). Según lo mencionado, existen alteraciones que conforman el mecanismo neurobiológico del UPTI y que afectarían el rendimiento académico de los adolescentes; por consiguiente, se aconseja incluir estas variables en posteriores estudios, y otras poco estudiadas como los problemas de salud física (Busch y McCarthy, 2021). En otro orden, en el futuro se podría considerar realizar estudios de tipo longitudinal, para descartar que alteraciones previas a la adolescencia sean las responsables de la predisposición a desarrollar comportamientos adictivos o impulsivos en esta etapa de la vida (Romer et al., 2017). En síntesis, trabajos en

mecanismos neuronales del UPTI proveerían de mayor evidencia para determinar si esta constituye una adicción, como ocurrió con el Trastorno por juego en internet (Petry et al., 2015).

Es importante resaltar que, hasta donde se tiene conocimiento, esta es la primera RS enfocada en el mecanismo neurobiológico del UPTI exclusivamente de adolescentes y las implicaciones en la salud mental y el rendimiento académico. Las limitaciones de este trabajo fueron: los pocos estudios que se encontraron bajo los criterios de inclusión; la falta de acceso libre a los artículos; las pocas palabras claves seleccionadas debido al tiempo limitado para la búsqueda; que la mayoría de estudios se enfocan en población joven adulta y adulta; que los estudios son de tipo transversal, por lo cual no se pueden generalizar los resultados; y que algunos estudios de la RS presentaban metodologías y resultados incompletos, lo cual llevó a categorizarlas con alto riesgo de sesgo. Estudios posteriores podrían incluir meta-análisis, mayor número de palabras claves, artículos de acceso no libre, ampliar en rango de edad de la población de estudio, e incluir estudios no necesariamente con poblaciones con comportamiento problemático. Entre los aciertos, se evidenció como cambios neurobiológicos estaban relacionados al UPTI y a afectaciones en la salud mental como problemas de depresión, impulsividad y autocontrol. Además, metodológicamente usar la guía PRISMA 2020 permitió mantener procesos estandarizados en la búsqueda y selección de los artículos, lo cual evitó sesgar información.

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

En conclusión, el mecanismo neurobiológico del UPTI en adolescentes se distingue por presentar alteraciones en estructuras, conexiones funcionales, actividades y concentración de ciertas biomoléculas relacionadas a funciones del sistema nervioso. Además, las afectaciones en la salud mental por el UPTI son: problemas de depresión, comportamiento, impulsividad y autocontrol asociados a varias de estas alteraciones. Finalmente, esta investigación aporta con evidencia de la importancia del manejo adecuado de los teléfonos inteligentes en la adolescencia, debido a las afectaciones que pueden ocasionar en el desarrollo de su cognición social, que los llevarían a problemas emocionales, de salud mental y de rendimiento académico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Aberastury, A. y Knobel, M. (1989). *La adolescencia normal: un enfoque psicoanalítico*. Paidós.
- Aguilera Eguía, R. (2014). ¿Revisión sistemática, revisión narrativa o metaanálisis? *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 21(6), 359-360. <https://dx.doi.org/10.4321/S1134-80462014000600010>
- Aguirre Velasco, A., Cruz, I. S. S., Billings, J., Jimenez, M. y Rowe, S. (2020). What are the barriers, facilitators and interventions targeting help-seeking behaviours for common mental health problems in adolescents? A systematic review. *BMC psychiatry*, 20(1), 1-22. <https://doi.org/10.1186/s12888-020-02659-0>
- Ahn, J., Lee, D., Namkoong, K. y Jung, Y. C. (2021). Altered Functional Connectivity of the Salience Network in Problematic Smartphone Users. *Frontiers in Psychiatry*, 1145. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.636730>
- Andrews, J. L., Ahmed, S. P. y Blakemore, S. J. (2021). Navigating the social environment in adolescence: The role of social brain development. *Biological Psychiatry*, 89(2), 109-118. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2020.09.012>
- Arias, P. R., Gordón-Rogel, J., Galárraga-Andrade, A. y García, F. E. (2022). Propiedades Psicométricas de la Hamilton Anxiety Rating Scale (HARS) en Estudiantes Ecuatorianos. *Ajayu*, 20(2), 273-287. <https://doi.org/10.35319/ajayu.202110>
- Bai, C., Chen, X. y Han, K. (2020). Mobile phone addiction and school performance among Chinese adolescents from low-income families: A moderated mediation model. *Children and Youth Services Review*, 118, 105406. <https://doi.org/10.1016/j.chilyouth.2020.105406>
- Baker, A. E. y Galván, A. (2020). Threat or thrill? the neural mechanisms underlying the development of anxiety and risk taking in adolescence. *Developmental cognitive neuroscience*, 45, 100841. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2020.100841>
- Banich, M. T. y Compton, R. J. (2018). *Cognitive neuroscience*. Cambridge University Press.
- Bear, M., Connors, B. y Paradiso, M. A. (2020). *Neuroscience: Exploring the Brain, Enhanced Edition: Exploring the Brain*. Jones & Bartlett Learning.
- Beesdo, K., Knappe, S. y Pine, D. S. (2009). Anxiety and anxiety disorders in children and adolescents: developmental issues and implications for DSM-V. *Psychiatric Clinics*, 32(3), 483-524. <https://doi.org/10.1016/j.psc.2009.06.002>

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

- Bianchi, A. y Phillips, J. G. (2005). Psychological predictors of problem mobile phone use. *Cyberpsychology & Behavior*, 8(1), 39-51. <https://doi.org/10.1089/cpb.2005.8.39>
- Bickham, D. S. (2021). Current research and viewpoints on internet addiction in adolescents. *Current pediatrics reports*, 9(1), 1-10. <https://doi.org/10.1007/s40124-020-00236-3>
- Billieux, J. (2012). Problematic use of the mobile phone: a literature review and a pathways model. *Current Psychiatry Reviews*, 8(4), 299-307.
- Blanken, T. F., Bathelt, J., Deserno, M. K., Voge, L., Borsboom, D. y Douw, L. (2021). Connecting brain and behavior in clinical neuroscience: A network approach. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 130, 81-90. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.07.027>
- Brand, M., Young, K. S., Laier, C., Wölfling, K., y Potenza, M. N. (2016). Integrating psychological and neurobiological considerations regarding the development and maintenance of specific Internet-use disorders: An Interaction of Person-Affect-Cognition-Execution (I-PACE) model. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 71, 252–266. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.08.033>
- Brand, M., Wegmann, E., Stark, R., Müller, A., Wölfling, K., Robbins, T. W. y Potenza, M. N. (2019). The Interaction of Person-Affect-Cognition-Execution (I-PACE) model for addictive behaviors: Update, generalization to addictive behaviors beyond internet-use disorders, and specification of the process character of addictive behaviors. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 104, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.06.032>
- Busch, P. A. y McCarthy, S. (2021). Antecedents and consequences of problematic smartphone use: A systematic literature review of an emerging research area. *Computers in Human Behavior*, 114, 106414. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106414>
- Cai, C., Yuan, K., Yin, J., Feng, D., Bi, Y., Li, Y., Yu, D., Jin, C., Qin, W. y Tian, J. (2016). Striatum morphometry is associated with cognitive control deficits and symptom severity in internet gaming disorder. *Brain imaging and behavior*, 10, 12-20. <https://doi.org/10.1007/s11682-015-9358-8>
- Canale, N., Vieno, A., Doro, M., Rosa Mineo, E., Marino, C. y Billieux, J. (2019). Emotion-related impulsivity moderates the cognitive interference effect of smartphone availability on working memory. *Scientific reports*, 9(1), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54911-7>
- Cao, X., Masood, A., Luqman, A. y Ali, A. (2018). Excessive use of mobile social networking sites and poor academic performance: Antecedents and consequences from stressor-strain-outcome perspective. *Computers in Human Behavior*, 85, 163-174. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.03.023>

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

- Cataldo, I., Lepri, B., Neoh, M. J. Y. y Esposito, G. (2021). Social media usage and development of psychiatric disorders in childhood and adolescence: a review. *Frontiers in psychiatry*, 11, 508595. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.508595>
- Centro Cochrane Iberoamericano, traductores. (2012). *Manual Cochrane de Revisiones Sistemáticas de Intervenciones, versión 5.1.0 [actualizada en marzo de 2011]*. Barcelona: Centro Cochrane Iberoamericano. <http://www.cochrane.es/?q=es/node/269>
- Cho, I. H., Yoo, J. H., Chun, J. W., Cho, H., Kim, J. Y., Choi, J. y Kim, D. J. (2021). Reduced volume of a brainstem substructure in adolescents with problematic smartphone use. *Journal of the Korean Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 32(4), 137-143. <https://doi.org/10.5765/jkacap.210007>
- Choi, J., Cho, H., Choi, J. S., Choi, I. Y., Chun, J. W. y Kim, D. J. (2021). The neural basis underlying impaired attentional control in problematic smartphone users. *Translational psychiatry*, 11(1), 129.
- Chun, J. W., Choi, J., Cho, H., Choi, M. R., Ahn, K. J., Choi, J. S. y Kim, D. J. (2018). Role of frontostriatal connectivity in adolescents with excessive smartphone use. *Frontiers in psychiatry*, 9, 437. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2018.00437>
- Cockerham, D., Lin, L., Ndolo, S. y Schwartz, M. (2021). Voices of the students: Adolescent well-being and social interactions during the emergent shift to online learning environments. *Education and Information Technologies*, 26(6), 7523-7541. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10601-4>
- Crews, F., He, J. y Hodge, C. (2007). Adolescent cortical development: a critical period of vulnerability for addiction. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 86(2), 189-199. <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2006.12.001>
- De-Sola Gutiérrez, J., Rodríguez de Fonseca, F., y Rubio, G. (2016). Cell-Phone Addiction: A Review. *Frontiers in Psychiatry*, 7, 175. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2016.00175>
- Demirci, K., Akgönül, M. y Akpınar, A. (2015). Relationship of smartphone use severity with sleep quality, depression, and anxiety in university students. *Journal of behavioral addictions*, 4(2), 85–92. <https://doi.org/10.1556/2006.4.2015.010>
- Deng, X., Gao, Q., Hu, L., Zhang, L., Li, Y. y Bu, X. (2021). Differences in reward sensitivity between high and low problematic smartphone use adolescents: An ERP study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18), 9603. <https://doi.org/10.3390/ijerph18189603>
- Dienlin, T. y Johannes, N. (2022). The impact of digital technology use on adolescent well-being. *Dialogues in clinical neuroscience*, 22, 2. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2020.22.2/tdienlin>

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

- Domoff, S. E., Foley, R. P. y Ferkel, R. (2020). Addictive phone use and academic performance in adolescents. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 2(1), 33-38. <https://doi.org/10.1002/hbe2.171>
- Elhai, J. D., Dvorak, R. D., Levine, J. C. y Hall, B. J. (2017). Problematic smartphone use: A conceptual overview and systematic review of relations with anxiety and depression psychopathology. *Journal of Affective Disorders*, 207, 251–259. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2016.08.030>
- Elhai, J. D., Tiamiyu, M. y Weeks, J. (2018a). Depression and social anxiety in relation to problematic smartphone use: The prominent role of rumination. *Internet Research*, 28(2), 315-332. <https://doi.org/10.1108/IntR-01-2017-0019>
- Elhai, J. D., Levine, J. C. y Hall, B. J. (2019). The relationship between anxiety symptom severity and problematic smartphone use: A review of the literature and conceptual frameworks. *Journal of Anxiety Disorders*, 62, 45-52. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2018.11.005>
- Elhai, J. D., Gallinari, E. F., Rozgonjuk, D. y Yang, H. (2020a). Depression, anxiety and fear of missing out as correlates of social, non-social and problematic smartphone use. *Addictive Behaviors*, 105, 106335. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2020.106335>
- Elhai, J. D., Yang, H., McKay, D. y Asmundson, G. J. (2020b). COVID-19 anxiety symptoms associated with problematic smartphone use severity in Chinese adults. *Journal of Affective Disorders*, 274, 576-582. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.05.080>
- Elhai, J. D., McKay, D., Yang, H., Minaya, C., Montag, C. y Asmundson, G. J. (2020c). Health anxiety related to problematic smartphone use and gaming disorder severity during COVID-19: Fear of missing out as a mediator. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 3(1), 137-146. <https://doi.org/10.1002/hbe2.227>
- Eschenbeck, H., Schmid, S., Schröder, I., Wasserfall, N. y Kohlmann, C. W. (2018). Development of coping strategies from childhood to adolescence. *European Journal of Health Psychology*, 25, 18-30. <https://doi.org/10.1027/2512-8442/a000005>
- Felisoni, D. D. y Godoi, A. S. (2018). Cell phone usage and academic performance: An experiment. *Computers & Education*, 117, 175–187. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.10.006>
- Geng, J., Lei, L., Ouyang, M., Nie, J. y Wang, P. (2021). The influence of perceived parental phubbing on adolescents' problematic smartphone use: A two-wave multiple mediation model. *Addictive Behaviors*, 121, 106995. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2021.106995>

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

- Gordon, M. (2016). Are we talking the same paradigm? Considering methodological choices in health education systematic review. *Medical teacher*, 38(7), 746-750. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2016.1147536>
- Grimaldi-Puyana, M., Fernández-Batanero, J. M., Fennell, C. y Sañudo, B. (2020). Associations of objectively-assessed smartphone use with physical activity, sedentary behavior, mood, and sleep quality in young adults: a cross-sectional study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(10), 3499. [https://doi: 10.3390/ijerph17103499](https://doi.org/10.3390/ijerph17103499)
- Guba, E., y Lincoln, Y. (2002). Paradigmas en competencia en la investigación cualitativa. Por los rincones. *Antología de métodos cualitativos en la investigación social*, 113-145.
- Guyer, A. E., Pérez-Edgar, K. y Crone, E. A. (2018). Opportunities for neurodevelopmental plasticity from infancy through early adulthood. *Child development*, 89(3), 687-697. [https://doi: 10.1111/cdev.13073](https://doi.org/10.1111/cdev.13073)
- Hadar, A., Hadas, I., Lazarovits, A., Alyagon, U., Eliraz, D. y Zangen, A. (2017). Answering the missed call: initial exploration of cognitive and electrophysiological changes associated with smartphone use and abuse. *PLoS ONE*, 12:e0180094. [https://doi: 10.1371/journal.pone.0180094](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180094)
- Han, S. W. y Kim, C. H. (2022). Neurocognitive Mechanisms Underlying Internet/Smartphone Addiction: A Preliminary fMRI Study. *Tomography*, 8(4), 1781-1790. <https://doi.org/10.3390/tomography8040150>
- Harris, B., Regan, T., Schueler, J. y Fields, S. A. (2020). Problematic mobile phone and smartphone use scales: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 11, 672. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00672>
- He, Q., Turel, O. y Bechara, A. (2017). Brain anatomy alterations associated with Social Networking Site (SNS) addiction. *Scientific reports*, 7(1), 1-8. <https://doi.org/10.1038/srep45064>
- Hirjak, D., Henemann, G. M., Schmitgen, M. M., Götz, L., Wolf, N. D., Kubera, K. M., Sambataro, F., Leménager, T., Koenig, J. y Wolf, R. C. (2022). Cortical surface variation in individuals with excessive smartphone use. *Developmental Neurobiology*, 82(4), 277-287. <https://doi.org/10.1002/dneu.22872>
- Horvath, J., Mundinger, C., Schmitgen, M. M., Wolf, N. D., Sambataro, F., Hirjak, D., Kubera, K.M., Koenig, J. y Wolf, R. C. (2020). Structural and functional correlates of smartphone addiction. *Addictive behaviors*, 105, 106334. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2020.106334>

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

- Huckins, J. F., daSilva, A. W., Wang, W., Hedlund, E., Rogers, C., Nepal, S. K., Wu, J., Obuchi, M., Murphy, E.I., Meyer, M. L., Wagner, D. D., Holtzheimer, P. E., y Campbell, A. T. (2020). Mental Health and Behavior of College Students During the Early Phases of the COVID-19 Pandemic: Longitudinal Smartphone and Ecological Momentary Assessment Study. *Journal of Medical Internet Research*, 22(6), 20185. <https://doi.org/10.2196/20185>
- Idrissi, A. J., Lamkaddem, A., Benouajjit, A., El Bouazzaoui, M. B., El Houari, F., Alami, M., Labyad, S., Chahidi, A., Benjelloun, M., Rabhi, S., Kissani, N., Zarhbouch, B., Ouazzani, R., Kadiri, F., Alouane, R., Elbiaze, M., Boujraf, S., El Fakir, S. y Souirti, Z. (2020). Sleep quality and mental health in the context of COVID-19 pandemic and lockdown in Morocco. *Sleep medicine*, 74, 248-253. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2020.07.045>
- Jun, S. (2019). Longitudinal influences of depressive moods on problematic mobile phone use and negative school outcomes among Korean adolescents. *School psychology international*, 40(3), 294-308. <https://doi.org/10.1177/01430343198304>
- Kara, M., Baytemir, K. y Inceman-Kara, F. (2019). Duration of daily smartphone usage as an antecedent of nomophobia: exploring multiple mediation of loneliness and anxiety. *Behaviour & Information Technology*, 40(1), 85-98. <https://doi.org/10.1080/0144929x.2019.1673485>
- Karacic, S. y Oreskovic, S. (2017). Internet Addiction Through the Phase of Adolescence: A Questionnaire Study. *JMIR Ment Health*, 4(2), e11. <https://doi.org/10.2196/mental.5537>
- Kardefelt-Winther, D. (2014). A conceptual and methodological critique of internet addiction research: Towards a model of compensatory internet use. *Computers in Human Behavior*, 31, 351e354. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.10.059>
- Kil, N., Kim, J., McDaniel, J. T., Kim, J. y Kensinger, K. (2021). Examining associations between smartphone use, smartphone addiction, and mental health outcomes: A cross-sectional study of college students. *Health promotion perspectives*, 11(1), 36-44. <https://doi.org/10.34172/hpp.2021.06>
- Kim, M. H., Min, S., Ahn, J. S., An, C. y Lee, J. (2019). Association between high adolescent smartphone use and academic impairment, conflicts with family members or friends, and suicide attempts. *PloS one*, 14(7), e0219831. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219831>
- Kim, H., Cho, M. K., Ko, H., Yoo, J. E. y Song, Y. M. (2020). Association between Smartphone Usage and Mental Health in South Korean Adolescents: The 2017 Korea Youth Risk Behavior Web-Based Survey. *Korean journal of family medicine*, 41(2), 98-104. <https://doi.org/10.4082/kjfm.18.0108>

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

- Kliesener, T., Meigen, C., Kiess, W. y Poulain, T. (2022). Associations between problematic smartphone use and behavioural difficulties, quality of life, and school performance among children and adolescents. *BMC psychiatry*, 22(1), 1-12.
<https://doi.org/10.1186/s12888-022-03815-4>
- Koob, G. F. (2011). Neurobiology of addiction. *Focus*, 9(1), 55-65.
<https://doi.org/10.1176/foc.9.1.foc55>
- Konrad, K., Firk, C. y Uhlhaas, P. J. (2013). Brain development during adolescence: neuroscientific insights into this developmental period. *Deutsches Ärzteblatt international*, 110(25), 425–431. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2013.0425>
- Korte, M. (2022). The impact of the digital revolution on human brain and behavior: where do we stand? *Dialogues in clinical neuroscience*, 101-111.
<https://doi.org/10.31887/DCNS.2020.22.2/mkorte>
- Kreniske, P., Spindler, E., y Santelli, J. (2020). Adolescent development and schooling in the digital age. En Moreno, M. A., y Hoopes, A. J. *Technology and Adolescent Health* (pp. 1–23). Academic Press.
- Lee, D., Namkoong, K., Lee, J., Lee, B. O. y Jung, Y. C. (2019). Lateral orbitofrontal gray matter abnormalities in subjects with problematic smartphone use. *Journal of Behavioral Addictions*, 8(3), 404-411. <https://doi.org/10.1556/2006.8.2019.50>
- Li, C., Liu, D. y Dong, Y. (2019). Self-Esteem and Problematic Smartphone Use Among Adolescents: A Moderated Mediation Model of Depression and Interpersonal Trust. *Frontiers in psychology*, 10, 2872. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02872>
- Liebherr, M., Schubert, P., Antons, S., Montag, C. y Brand, M. (2020). Smartphones and attention, curse or blessing?-A review on the effects of smartphone usage on attention, inhibition, and working memory. *Computers in Human Behavior Reports*, 1, 100005.
<https://doi.org/10.1016/j.chbr.2020.100005>
- Lin, Y. H., Lin, P. H., Chiang, C. L., Lee, Y. H., Yang, C. C., Kuo, T. B. y Lin, S. H. (2017). Incorporation of mobile application (app) measures into the diagnosis of smartphone addiction. *The Journal of clinical psychiatry*, 78(7), 4399.
<https://doi.org/10.4088/JCP.15m10310>
- Lin, H. M., Chang, Y. T., Chen, M. H., Liu, S. T., Chen, B. S., Li, L., Lee, C-Y., Sue, Y. R., Sung, T. M., Sun, C. K. y Yeh, P. Y. (2022). Structural and functional neural correlates in individuals with excessive smartphone use: a systematic review and meta-analysis. *International journal of environmental research and public health*, 19(23), 16277.
<https://doi.org/10.3390/ijerph192316277>

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

- Linares-Espinós, E., Hernández, V., Domínguez-Escrig, J. L., Fernández-Pello, S., Hevia, V., Mayor, J., Padilla-Fernández, B. y Ribal, M. J. (2018). Metodología de una revisión sistemática. *Actas Urológicas Españolas*, 42(8), 499-506. <https://doi.org/10.1016/j.acuro.2018.01.010>
- Liu, X., Luo, Y., Liu, Z. Z., Yang, Y., Liu, J. y Jia, C. X. (2020). Prolonged mobile phone use is associated with poor academic performance in adolescents. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 23(5), 303-311. <https://doi.org/10.1089/cyber.2019.0591>
- Loid, K., Täht, K. y Rozgonjuk, D. (2020). Do pop-up notifications regarding smartphone use decrease screen time, phone checking behavior, and self-reported problematic smartphone use? Evidence from a two-month experimental study. *Computers in Human Behavior*, 102, 22-30. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.08.007>
- Lopez-Fernandez, O., Honrubia-Serrano, L., Freixa-Blanxart, M. y Gibson, W. (2014). Prevalence of problematic mobile phone use in British adolescents. *CyberPsychology, Behavior, and social networking*, 17(2), 91-98. <https://doi.org/10.1089/cyber.2012.0260>
- Montag, C., Markowitz, A., Blaszkiewicz, K., Andone, I., Lachmann, B., Sariyska, R., Trendafilov, B., Eibes, M., Kolb J., Reuter M., Weber B. y Markett, S. (2017). Facebook usage on smartphones and gray matter volume of the nucleus accumbens. *Behavioural brain research*, 329, 221-228. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2017.04.035>
- Neophytou, E., Manwell, L. A. y Eikelboom, R. (2021). Effects of excessive screen time on neurodevelopment, learning, memory, mental health, and neurodegeneration: A scoping review. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 19(3), 724-744. <https://doi.org/10.1007/s11469-019-00182-2>
- Obeid, S., Saade, S., Haddad, C., Sacre, H., Khansa, W., Al Hajj, R., Kheir, N. y Hallit, S. (2019). Internet Addiction Among Lebanese Adolescents. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 207(10), 838–846. <https://doi:10.1097/nmd.0000000000001034>
- Oberst, U., Wegmann, E., Stodt, B., Brand, M. y Chamarro, A. (2017). Negative consequences from heavy social networking in adolescents: The mediating role of fear of missing out. *Journal of Adolescence*, 55, 51-60. <https://doi: 10.1016/j.adolescence.2016.12.008>.
- Odgers, C. L. y Jensen, M. R. (2022). Adolescent development and growing divides in the digital age. *Dialogues in clinical neuroscience*, 22, 2. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2020.22.2/codgers>
- Orben, A., Tomova, L., y Blakemore, S. J. (2020). The effects of social deprivation on adolescent development and mental health. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 4(8):634-640. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(20\)30186-3](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(20)30186-3)

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P. y Moher, D. (2021a). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.10.020>
- Page, M. J., Moher, D., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P. y McKenzie, J. E. (2021b). PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *bmj*, 372.
- Panova, T. y Carbonell, X. (2018). Is smartphone addiction really an addiction? *Journal of behavioral addictions*, 7(2), 252-259. <https://doi.org/10.1556/2006.7.2018.49>
- Pardal-Refoyo, J. L. y Pardal-Peláez, B. (2020). Anotaciones para estructurar una revisión sistemática. *Revista ORL*, 11(2), 155-160. <https://dx.doi.org/10.14201/orl.22882>.
- Park, J. H. y Park, M. (2021). Smartphone use patterns and problematic smartphone use among preschool children. *PloS one*, 16(3), e0244276. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244276>
- Petry, N. M., Rehbein, F., Ko, C. H. y O'Brien, C. P. (2015). Internet gaming disorder in the DSM-5. *Current psychiatry reports*, 17(72), 1-9. <https://doi.org/10.1007/s11920-015-0610-0>
- Peng, P. y Kievit, R. A. (2020). The development of academic achievement and cognitive abilities: A bidirectional perspective. *Child Development Perspectives*, 14(1), 15-20. <https://doi.org/10.1111/cdep.12352>
- Pereira, F. S., Bevilacqua, G. G., Coimbra, D. R., y Andrade, A. (2020). Impact of Problematic Smartphone Use on Mental Health of Adolescent Students: Association with Mood, Symptoms of Depression, and Physical Activity. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 23(9), 619-626. <http://doi.org/10.1089/cyber.2019.0257>
- Przybylski, A. K., Murayama, K., DeHaan, C. R. y Gladwell, V. (2013). Motivational, emotional, and behavioral correlates of fear of missing out. *Computers in Human Behavior*, 29(4), 1841-1848. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.02.014>
- Pyeon, A., Choi, J., Cho, H., Kim, J. Y., Choi, I. Y., Ahn, K. J., Choi, J. S., Chun, J. W. y Kim, D. J. (2021). Altered connectivity in the right inferior frontal gyrus associated with self-

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

- control in adolescents exhibiting problematic smartphone use: A fMRI study. *Journal of behavioral addictions*, 10(4), 1048-1060. <https://doi.org/10.1556/2006.2021.00085>
- Rao, U. y Chen, L. A. (2022). Characteristics, correlates, and outcomes of childhood and adolescent depressive disorders. *Dialogues in clinical neuroscience*, 11(1): 45–62. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2009.11.1/urao>
- Rozgonjuk, D., Elhai, J. D., Täht, K., Vassil, K., Levine, J. C., y Asmundson, G. C. G. (2019). Non-social smartphone use mediates the relationship between intolerance of uncertainty and problematic smartphone use: evidence from a repeated-measures study. *Computers in Human Behavior*, 96, 56–62. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.02.013>
- Romer, D., Reyna, V. F. y Satterthwaite, T. D. (2017). Beyond stereotypes of adolescent risk taking: Placing the adolescent brain in developmental context. *Developmental cognitive neuroscience*, 27, 19-34. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2017.07.007>
- Sánchez-Meca, J. y Botella, J. (2010). Revisión sistemática y meta-análisis: Herramientas para la práctica profesional. *Papeles del Psicólogo*, 31(1), 7-17.
- Seo, H. S., Jeong, E. K., Choi, S., Kwon, Y., Park, H. J. y Kim, I. (2020). Changes of Neurotransmitters in Youth with Internet and Smartphone Addiction: A Comparison with Healthy Controls and Changes after Cognitive Behavioral Therapy. *AJNR American Journal of Neuroradiology*, 41(7), 1293-1301. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A6632>
- Serra, G., Lo Scalzo, L., Giuffrè, M., Ferrara, P., y Corsello, G. (2021). Smartphone use and addiction during the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic: cohort study on 184 Italian children and adolescents. *Italian Journal of Pediatrics*, 47, 150. <https://doi.org/10.1186/s13052-021-01102-8>
- Sherman, L. E., Payton, A. A., Hernandez, L. M., Greenfield, P. M. y Dapretto, M. (2016). The Power of the Like in Adolescence: Effects of Peer Influence on Neural and Behavioral Responses to Social Media. *Psychological science*, 27(7), 1027–1035. <https://doi.org/10.1177/0956797616645673>
- Smirni, P., Lavanco, G. y Smirni, D. (2020). Anxiety in Older Adolescents at the Time of COVID-19. *Journal of clinical medicine*, 9(10), 3064. <https://doi.org/10.3390/jcm9103064>
- Schmitgen, M. M., Horvath, J., Mundinger, C., Wolf, N. D., Sambataro, F., Hirjak, D., Kubera, K. M., Koenig, J. y Wolf, R. C. (2020). Neural correlates of cue reactivity in individuals with smartphone addiction. *Addictive behaviors*, 108, 106422. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2020.106422>
- Schmitgen, M. M., Wolf, N. D., Sambataro, F., Hirjak, D., Kubera, K. M., Koenig, J. y Wolf, R. C. (2022). Aberrant intrinsic neural network strength in individuals with “smartphone

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

- addiction”: An MRI data fusion study. *Brain and Behavior*, 12(9), e2739.
<https://doi.org/10.1002/brb3.2739>
- Spear, L. (2007). *The developing brain and adolescent-typical behavior patterns: An evolutionary approach*. En D. Romer y Walker, E. F. (Eds.), *Adolescent psychopathology and the developing brain: Integrating brain and prevention science* (pp. 9–30). Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195306255.003.0001>
- Spear, L. P. (2013). Adolescent neurodevelopment. *Journal of adolescent health*, 52(2), S7-S13.
<https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2012.05.006>
- Squires, L. R., Hollett, K. B., Hesson, J. y Harris, N. (2021). Psychological distress, emotion dysregulation, and coping behaviour: a theoretical perspective of problematic smartphone use. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 19(4), 1284-1299.
<https://doi.org/10.1007/s11469-020-00224-0>
- Striedter, G. F. (2016). *Neurobiology: a functional approach*. Oxford University Press.
- Sunday, O. J., Adesope, O. O. y Maarhuis, P. L. (2021). The effects of smartphone addiction on learning: A meta-analysis. *Computers in Human Behavior Reports*, 4, 100114.
<https://doi.org/10.1016/j.chbr.2021.100114>
- Thorpe, H. H. A., Hamidullah, S., Jenkins, B. W. y Khokhar, J. Y. (2019). Adolescent Neurodevelopment and Substance Use: Receptor Expression and Behavioral Consequences. *Pharmacology & Therapeutics*, 107431.
[doi:10.1016/j.pharmthera.2019.107431](https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2019.107431)
- Tymofiyeva, O., Yuan, J. P., Kidambi, R., Huang, C. Y., Henje, E., Rubinstein, M. L., Jariwala, N., Max, J. E., Yang, T.T. y Xu, D. (2020). Neural correlates of smartphone dependence in adolescents. *Frontiers in Human Neuroscience*, 428.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.564629>
- Upshaw, J. D., Stevens Jr, C. E., Ganis, G. y Zabelina, D. L. (2022). The hidden cost of a smartphone: The effects of smartphone notifications on cognitive control from a behavioral and electrophysiological perspective. *Plos one*, 17(11), e0277220.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277220>
- Valdez, P. (2019). Focus: Attention science: Circadian rhythms in attention. *The Yale journal of biology and medicine*, 92(1), 81-92.
- Wacks, Y. y Weinstein, A. M. (2021). Excessive smartphone use is associated with health problems in adolescents and young adults. *Frontiers in psychiatry*, 12, 762.
<https://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.669042>

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

- Wang, J. L., Wang, H.-Z., Gaskin, J., y Wang, L.-H. (2015). The role of stress and motivation in problematic smartphone use among college students. *Computers in Human Behavior*, *53*, 181–188. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.005>
- Wang, Y., Zou, Z., Song, H., Xu, X., Wang, H., d'Oleire Uquillas, F. y Huang, X. (2016). Altered gray matter volume and white matter integrity in college students with mobile phone dependence. *Frontiers in psychology*, *7*, 597. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00597>
- Wang, J. L., Rost, D. H., Qiao, R. J. y Monk, R. (2020). Academic stress and smartphone dependence among Chinese adolescents: A moderated mediation model. *Children and Youth Services Review*, *118*, 105029. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105029>
- Westbrook, A., Ghosh, A., van den Bosch, R., Määttä, J. I., Hofmans, L. y Cools, R. (2021). Striatal dopamine synthesis capacity reflects smartphone social activity. *Isience*, *24*(5), 102497. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2021.102497>
- Winkler, A., Jeromin, F., Doering, B. K., y Barke, A. (2020). Problematic smartphone use has detrimental effects on mental health and somatic symptoms in a heterogeneous sample of German adults. *Computers in Human Behavior*, *113*, 106500. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106500>
- Woo, K. S., Bong, S. H., Choi, T. Y. y Kim, J. W. (2021). Mental Health, Smartphone Use Type, and Screen Time Among Adolescents in South Korea. *Psychology Research and Behavior Management*, *14*, 1419–1428. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S324235>
- World Health Organization. (2018). Guidance on ethical considerations in planning and reviewing research studies on sexual and reproductive health in adolescents. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/273792>. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
- Yang, S.-Y., Lin, C.-Y., Huang, Y.-C., y Chang, J.-H. (2018). Gender differences in the association of smartphone use with the vitality and mental health of adolescent students. *Journal of American College Health*, *66*(7), 693–701. <https://doi.org/10.1080/07448481.2018.1454930>
- Yang, Z., Asbury, K. y Griffiths, M. D. (2019). An exploration of problematic smartphone use among Chinese university students: Associations with academic anxiety, academic procrastination, self-regulation and subjective wellbeing. *International Journal of Mental Health and Addiction*, *17*(3), 596-614. <https://doi.org/10.1007/s11469-018-9961-1>
- Yoo, J. H., Chun, J. W., Choi, M. R., Cho, H., Kim, J. Y., Choi, J. y Kim, D. J. (2021). Caudate nucleus volume mediates the link between glutamatergic neurotransmission and problematic smartphone use in youth. *Journal of Behavioral Addictions*, *10*(2), 338-346. <https://doi.org/10.1556/2006.2021.00024>

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

- Zou, L., Wu, X., Tao, S., Yang, Y., Zhang, Q., Hong, X., Xie, Y., Li, T., Zheng, S. y Tao, F. (2021). Anterior cingulate gyrus acts as a moderator of the relationship between problematic mobile phone use and depressive symptoms in college students. *Social cognitive and affective neuroscience*, 16(5), 484-491. <https://doi.org/10.1093/scan/nsab016>
- Zou, L., Wu, X., Tao, S., Yang, Y., Zhang, Q., Hong, X., Xie, Y., Li, T., Zheng, S. y Tao, F. (2022). Functional connectivity between the parahippocampal gyrus and the middle temporal gyrus moderates the relationship between problematic mobile phone use and depressive symptoms: Evidence from a longitudinal study. *Journal of Behavioral Addictions*, 11(1), 40-48. <https://doi.org/10.1556/2006.2021.00090>
- Zou, L., Wu, X., Tao, S., Yang, Y., Zhang, Q., Hong, X., Xie, Y., Li, T., Zheng, S. y Tao, F. (2021). Neural correlates of physical activity moderate the association between problematic mobile phone use and psychological symptoms. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 15, 382. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2021.749194>

Uso Problemático del Teléfono Inteligente: Mecanismos neurobiológicos y su implicación en la salud mental y el rendimiento académico en adolescentes.

ANEXOS.

<https://drive.google.com/drive/folders/1GDW77X669MEnjBDS-gChKOTXI-ekEzhF?usp=sharing>