BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

¿La adicción a los teléfonos inteligentes afecta el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva de los jóvenes?

Abril, 2026

Tesis presentada para obtener el grado de:
Licenciatura en Biología

PRESENTA
OSMAR DAVID LÓPEZ MENESES

DIRECTORA:
M. en C. MONTSERRAT VÁZQUEZ BALBUENA

CO-DIRECTOR:
DR. IGNACIO MÉNDEZ BALBUENA

Facultad de Ciencias Biológicas
BUAP

Lista de Abreviaturas

ACC	Corteza Cingulada Anterior
BIS-11	Escala de Impulsividad de Barratt (versión 11)
CEN	Red de Control Ejecutivo (por sus siglas en inglés *Central Executive Network)*
CFI	Inventario de Flexibilidad Cognitiva (por sus siglas en inglés *Cognitive Flexibility Inventory*)
CI	Control Inhibitorio
DA	Dopamina
dACC	Corteza Cingulada Anterior dorsal
dlPFC	Corteza Prefrontal dorsolateral
DMN	Red de Modo por Defecto (por sus siglas en inglés *Default Mode Network*)
EEG	Electroencefalografía
FC	Flexibilidad Cognitiva
fMRI	Resonancia Magnética Funcional (por sus siglas en inglés *Functional Magnetic Resonance Imaging*)
FPN	Red Frontoparietal lateral
Glu	Glutamato
GMV	Volumen de Sustancia Gris (por sus siglas en inglés *Gray Matter Volume*)
IAD	Adicción a Internet (*por sus siglas en inglés Internet Addiction*)
LL	Aprendiendo a Aprender (por sus siglas en inglés *Learning to Learn*)
mCC	Corteza Cingulada medial
M-CIN	Red cingular-insular media
MFS	Escala de Fatiga Mental (por sus siglas en inglés *Mental Fatigue Scale*)
m-FPN	Red Frontoparietal medial
mPFC	Corteza Prefrontal medial
NAcc	Núcleo Accumbens
n-SPA	Grupo sin adicción a los teléfonos inteligentes (por sus siglas en inglés *non Smartphone Addiction*)
OFC	Corteza Orbitofrontal
PEBL	*Psychology Experiment Building Language*

PFC	Corteza Prefrontal
ROC	Curva de Característica Operativa del Receptor (por sus siglas en inbglés Receiver Operating Characteristic)
SAS-SV	Escala de Adicción a los Teléfonos – Versión Corta (por sus siglas en inglés *Smartphone Addiction Scale - Short Version*)
SD	Desviación estándar
SEM	Error Estándar de la Media
SFG	Giro Frontal Superior
SN	Red de Saliencia (por sus siglas en inglés *Salience Network*)
SPA	Adicción a teléfonos inteligentes (por sus siglas en inglés *Smartphone Addiction*)
STS	Surco Temporal Superior
vlPFC	Corteza Prefrontal ventrolateral
VTA	Área Tegmental Ventral
WCST	Prueba de Cartas de Wisconsin (por sus siglas en inglés *Wisconsin Card Sorting Test*)

Tabla de contenido

Resumen 4
1. Introducción 1
1.1 Funciones ejecutivas (FE) 1
1.2 Control inhibitorio (CI) 1
1.3 Memoria de trabajo (WM) 2
1.4 Flexibilidad cognitiva (FC) 2
1.5 La transición de impulsividad a compulsividad 2
1.6 Adicción y Adicciones conductuales 3
1.7 Smartphone Addiction (SPA) 4
1.8 Adicción y sus repercusiones en las funciones ejecutivas 4
1.9 Neurobiología de la adicción 5
1.9.1 Corteza Prefrontal (PFC) 7
1.9.2 Amígdala e Ínsula 8
1.10 El modelo de la triple red 10
1.10.1 Red de Control Ejecutivo/Red Frontoparietal lateral (CEN o FPN) 10
1.10.2 Red de Modo por Defecto (DMN) o Red Frontoparietal Medial (m-FPN 11
1.10.3 Red de saliencia (SN) o red cingular-insular media (M-CIN) 12
1.11 La vulnerabilidad de los adolescentes a las adicciones 13
2. Antecedentes 14
3. Justificación 17
4. Hipótesis 19
5. Objetivos 19
5.1 General 19
5.2 Objetivos Específicos 19
6. Materiales y Métodos 20
6.1 Diseño de estudio 20
6.2 Marco muestral y criterios de selección 21
6.3 Instrumentos y cuestionarios 23
6.3.1 *Smartphone Addiction Scale Short-Version* (SAS-SV) 23
6.4.2 *Barratt Impulsiveness Scale* (BIS-11) 24
6.4 Pruebas neuropsicológicas 25
6.4.1 Prueba Go/No Go 25

6.4.2 Prueba de Tarjetas de Wisconsin (WCST) 27
6.5 Análisis estadístico 30
7. Resultados 31
7.1 Descripción de las población y clasificación en grupos 31
7.2 La SPA no afecta el control inhibitorio de los adolescentes 32
7.4 Comparaciones intragrupales 33
7.5 El nivel de adicción a *smartphones* no afecta a la flexibilidad cognitiva 35
7.6 Análisis de correlación 36
7.7 Ajuste por tamaño de muestra y comparaciones intergrupos 38
8. Discusión 42
9. Conclusión 51
10. Perspectivas a futuro 51
11. Referencias 52
12. ANEXOS 0
12.1 Formato de Consentimiento Informado 0
12.2 Cuestionario de Selección de Participantes 1
12.3 Cuestionario de Datos Sociodemográficos 2
12.4 Escala de Adicción a los Teléfonos Inteligentes – Versión Corta (SAS-SV) 3
12.5 Escala de impulsividad de Barratt (BIS-11) 4

Índice de tablas

Tabla 1: Medias y SD obtenidas con base a los puntajes brutos obtenidos por los participantes del estudio después de la aplicación del cuestionario auto-suministrado para medir su nivel de adicción a los teléfonos (SAS-SV). _____ 31
Tabla 2: Medias y SD obtenidas con base a los puntajes obtenidos por los participantes del estudio después de la aplicación del cuestionario auto-suministrado BIS-11 para medir su nivel de impulsividad. _____ 32
Tabla 3: Medias y SEM obtenidas por los grupos n-SPA (control), En Riesgo y SPA después de la ejecución de la Prueba Go/No-Go. Valor de p = nivel de significancia obtenido a partir de pruebas ANOVA o Kruskal-Wallis. _____ 33
Tabla 4: Medias y SEM obtenidas por los grupos n-SPA (control), en Riesgo y SPA después de la ejecución de la Prueba de Cartas de Wisconsin. Valor de p = nivel de significancia obtenido a partir de pruebas ANOVA o Kruskal Wallis._____ 36
Tabla 5: Medias y SEM obtenidas por los grupos n-SPA (control), En Riesgo y SPA después del ajuste de tamaño de muestra y de la ejecución de la prueba Go/No-Go. Valor de p = nivel de significancia obtenido a partir de pruebas ANOVA o Kruskal-Wallis. _____ 39
Tabla 6: Medias y SEM obtenidas por los grupos n-SPA (control), En Riesgo y SPA después del ajuste de tamaño de muestra y de la ejecución de la Prueba de Cartas de Wisconsin. Valor de p = nivel de significancia obtenido a partir de pruebas ANOVA o Kruskal-Wallis_ 40

Resumen

La adicción a los teléfonos inteligentes (SPA) ha emergido como un comportamiento compulsivo con el potencial de alterar el funcionamiento psicosocial y fisiológico del individuo. Dada la vulnerabilidad neurobiológica de los adolescentes para desarrollar adicciones conductuales (conductas compulsivas, repetitivas y difíciles de controlar), esta investigación analizó el impacto del SPA sobre dos funciones ejecutivas nucleares, el Control Inhibitorio (CI) y Flexibilidad Cognitiva (FC), que son moduladas a su vez, por tres redes neuronales: la red de saliencia, la red de modo por defecto y la red de control ejecutivo. El estudio evaluó a 104 estudiantes de secundaria (13.3 años), clasificados mediante la escala SAS-SV en tres grupos de trabajo: Sin adicción (n-SPA, ***n=64***), En Riesgo (***n=32***) y Con Adicción (SPA, ***n=8***), además de un inventario para cuantificar su nivel de impulsividad (escala BIS-11). Se emplearon las tareas computarizadas Go/No-Go y *Wisconsin Card Sorting Test* de PEBL para medir el CI y la FC, respectivamente. Los análisis no arrojaron diferencias significativas en el CI, la FC ni la impulsividad entre los grupos. Sin embargo, los resultados obtenidos de precisión y latencia de respuesta frente a los estímulos Go y No-Go dentro de un mismo grupo (comparaciones intragrupales) en la primera y en la segunda parte de la prueba evidenciaron que el grupo SPA, a diferencia de los otros dos, no mostró mejoras adaptativas en la precisión inhibitoria frente al estímulo Go, sugiriendo un déficit sutil en la eficiencia del CI. Estos hallazgos sugieren que la adicción al *smartphone* en las personas incluidas en el presente estudio, no ha generado una desregulación generalizada de las funciones ejecutivas, o bien que la preservación del buen rendimiento en las pruebas se atribuye a que estas pruebas evalúan aspectos “fríos” de las Funciones Ejecutivas refiriéndonos a procesos cognitivos puramente lógicos, analíticos y mecánicos que usamos para resolver problemas en situaciones neutrales, donde no se involucran emociones fuertes ni recompensas inmediatas; en lugar de aspectos “calientes”, vinculados a la toma de decisiones y resolución de problemas donde hay emociones o motivación personal involucradas. Se concluye que el CI podría estar comprometido en estos adolescentes, pero solo de forma contextualizada y por eso no se detectaron alteraciones funcionales, recomendando para futuras investigaciones la inclusión de estímulos con validez ecológica.

1. Introducción

1.1 Funciones ejecutivas (FE)

Desde una perspectiva evolutiva, las funciones ejecutivas (FE) no son un accidente biológico, sino adaptaciones complejas que surgieron para resolver los retos de la vida social de las especies que las poseen. Como señala Barkley (2012), estas capacidades permitieron a especies como los humanos, y en menor medida a otros primates y cetáceos, gestionar la convivencia, facilitando las dinámicas de cooperación y competencia con individuos de la misma especie, leve o nulamente emparentados genéticamente. Desde el aspecto cognitivo y en concordancia con lo establecido por Miyake (2000), las funciones ejecutivas se refieren a una familia de procesos mentales descendentes (*Top-down)* que son empleados por un individuo cuando se requiere de concentración, poner atención, manipular información mental, hacer cálculos mentales, adaptarse a situaciones nuevas o inesperadas, etc. De acuerdo con Diamond (2013), existen tres funciones ejecutivas nucleares: la Inhibición (control inhibitorio), la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva. Estas funciones son sumamente vitales en el desarrollo de los seres humanos, influyendo en aspectos como la salud física, mental, cognitiva y el desarrollo social, entre otros.

Si bien el consenso científico identifica tres funciones ejecutivas nucleares (Miyake, 2000; Zelazo *et al., 2012;* Diamond, 2013) , la presente investigación acotará su análisis únicamente a dos de ellas: el Control Inhibitorio y la Flexibilidad Cognitiva.

1.2 Control inhibitorio (CI)

El control inhibitorio es una función ejecutiva que involucra ser capaz de controlar la atención propia, el comportamiento, los pensamientos y las emociones con la finalidad de sobreponerse a una fuerte predisposición emocional interna o distracciones externas, para hacer lo que es más apropiado o necesario. Se divide en:

- Control inhibitorio de atención: involucra atender o focalizarnos selectivamente en un estímulo, suprimiendo o retirando la atención de otros.
- Control inhibitorio de la acción: implica la ejecución o inhibición de una acción de acuerdo con un estímulo.

Otro aspecto importante del CI es el autocontrol, término que hace referencia a tener el control sobre el comportamiento y las emociones propias, con la finalidad de modular nuestra conducta, también involucra tener la disciplina de enfocarnos en una tarea a pesar de las distracciones o la tentación de rendirse (Miyake, 2000; Diamond, 2013).
Investigaciones clínicas en animales y estudios de neuroimagen señalan que la corteza prefrontal ventral juega un rol crítico en la inhibición de respuestas y la inhibición del comportamiento (Rezvanfard *et al.,* 2016).

1.3 Memoria de trabajo (WM)

La memoria de trabajo es la capacidad de mantener información mental y poder manipularla, existen dos tipos de memoria de trabajo, la memoria de trabajo verbal y no verbal (visual-espacial). Es una función ejecutiva crítica que permite la integración temporal de estímulos en periodos de entre 10 a 30 segundos a diferencia de la memoria a corto plazo que se limita al almacenamiento pasivo por pocos segundos (Baddeley, 2012).

1.4 Flexibilidad cognitiva (FC)

La flexibilidad cognitiva se construye a partir del CI y de la WM, es la tercera función ejecutiva nuclear y una de las más demandantes, implica ser capaz de cambiar de perspectiva, tanto espacialmente, como personalmente (lo que coloquialmente es conocido como: ponerse en los zapatos de otra persona). Asimismo, involucra ser capaz de cambiar la forma en como pensamos respecto a una situación, así como a la capacidad de ser lo suficientemente flexible para ajustarse a demandas o prioridades, admitir los errores y tomar ventaja de situaciones repentinas e inesperadas (Miyake, 2010; Diamond, 2013).

1.5 La transición de impulsividad a compulsividad

La comprensión de las adicciones a sustancias o conductuales requiere analizar la transición entre dos constructos neurobiológicos de gran importancia: la impulsividad y la compulsividad. De acuerdo con Eguíluz Uruchurtu y Segarra Echebarría (2013) la impulsividad se manifiesta como una respuesta rápida, desinhibida y orientada a la

obtención de una gratificación inmediata (a corto plazo) o de un refuerzo positivo, la compulsividad surge como un patrón de comportamiento repetitivo e involuntario cuyo propósito principal es aliviar estados de ansiedad o malestar (refuerzo negativo). En el desarrollo de las adicciones, el individuo suele experimentar un desplazamiento del primer al segundo constructo, que inicia como una acción impulsiva motivada por la búsqueda de placer o novedad, que progresa gradualmente hacia una conducta compulsiva dominada por el hábito y la pérdida de control. Esta progresión del "querer" al "tener que" realizar una acción, es el eje que permite definir la adicción como un fenómeno neurobiológico complejo que compromete la voluntad del sujeto, tal como se detalla a continuación.

1.6 Adicción y Adicciones conductuales

El término adicción se refiere a cualquier acción o comportamiento que es compulsivo, repetitivo y difícil de controlar, pudiendo abarcar desde la adicción a sustancias hasta las adicciones conductuales (*Behavioral addiction*), por ejemplo, los juegos de apuestas y las compras compulsivas (Grant *et al.,* 2010). Contemplando la definición de múltiples autores, las adicciones presentan características como el uso sin control o desmedido, alteraciones en el estado de ánimo, tolerancia, abstinencia, y una tendencia a recaer; en un sentido más amplio, son perfiladas como la capacidad de un individuo de "engancharse" en comportamientos reforzados (Griffiths*,* 2005, Sussman*,* 2011, Tossell *et al.,* 2015).

En el caso de las adicciones conductuales se abarcan diversas actividades, incluyendo las apuestas, el uso de internet, y las compras, que pueden interrumpir el funcionamiento diario y la salud en general. En todos estos casos, se pueden reconocer tres características principales: el comportamiento compulsivo, en el cual los individuos exhiben un impulso persistente de involucrarse en el comportamiento a pesar de las consecuencias negativas en su vida (Marchica et al., 2022); un control conductual deteriorado, ya que el individuo presenta una capacidad disminuida para reducir o detener el comportamiento, similar a lo que ocurre en la adicción a las sustancias (Grant *et al.,* 2010), y un impacto negativo dado que estas conductas pueden conducir a efectos

adversos en la salud mental y física, así como en el funcionamiento social y ocupacional de quien las presenta (Marchica et al., 2022).

Como puede observarse, las adicciones conductuales guardan una gran similitud con los trastornos de dependencia de sustancias en estas características, pero dicha similitud no es solo clínica, sino también biológica; como se abordará más adelante la evidencia sugiere que ambos tipos de adicción comparten mecanismos neurobiológicos en el procesamiento de la recompensa y del control inhibitorio (Grant *et al.,* 2010).

1.7 Smartphone Addiction (SPA)

Es un fenómeno complejo caracterizado por el uso excesivo de los teléfonos inteligentes, en el cual el funcionamiento fisiológico, psicológico y social de un individuo se encuentra significativamente desnivelado (Kim *et al.,* 2019). De acuerdo con la literatura se ha evidenciado como una psicopatología similar al trastorno por adicción a sustancias y a las adiciones conductuales; es considerado como un comportamiento reforzado y persistente, que se basa en el deseo y en la dependencia a los dispositivos (Hirjak *et al.,* 2022). Estos autores declaran que incluso es abordado como un estado de obsesión, el cual se acompaña de dificultades cognitivo-emocionales como, soledad, ansiedad, problemas para dormir, impulsividad, timidez, baja autoestima y un pobre bienestar emocional en jóvenes en un rango de edad de 18 a 30 años.

1.8 Adicción y sus repercusiones en las funciones ejecutivas

El trastorno por consumo de sustancias, así como las adicciones conductuales se caracterizan por una alteración progresiva de los sistemas de autorregulación cerebral localizados principalmente en la PFC, vinculada profundamente a las funciones ejecutivas, que como ya se mencionó anteriormente, son procesos *Top-Down* de vital importancia que permiten al individuo organizar sus ideas, gestionar emociones y dirigir la conducta hacía objetivos y metas a largo plazo. Estos trastornos provocan una degradación funcional que debilita las tres FE's principales: el CI, impidiendo frenar impulsos automáticos; la WM, necesaria para manipular información y la FC, esencial para cambiar de estrategia ante situaciones de riesgo. Como consecuencia, la adicción

no solo refuerza el sistema de la recompensa, también genera alteraciones en la conectividad de la triple red, inhabilitando gradualmente la capacidad de autosupervisión conductual, dejando al individuo vulnerable ante la impulsividad e incapaz de prever consecuencias negativas.

1.9 Neurobiología de la adicción

Existen comportamientos innatos, genéticamente programados, que determinan múltiples circuitos neuronales como el de la agresividad, el miedo y el sueño. No obstante, a pesar de su naturaleza innata, estos comportamientos poseen cierta flexibilidad, ya que se encuentran sujetos tanto a estímulos internos como a estados o contextos externos. Con el paso del tiempo, se han identificado neuronas en múltiples regiones cerebrales que interactúan entre sí, desempeñando un rol crítico en el procesamiento de la recompensa y modulando cambios en el comportamiento. Esta interacción establece el denominado “Circuito de la recompensa”, el cual incluye regiones como el área tegmental ventral (VTA), el cuerpo estriado, la corteza prefrontal (PFC), la corteza orbitofrontal (OFC), la amígdala, el hipocampo y estructuras asociadas (Wang, 2020).

Dentro de este complejo esquema, cada región aporta una función específica: el área VTA es fundamental para la recompensa y para la motivación; el estriado ventral es importante para la inhibición y para la locomoción; la amígdala tiene un rol crítico en la regulación del miedo y de las emociones negativas, mientras que las regiones corticales son esenciales para el procesamiento de recuerdos y emociones. Uno de los circuitos mejor caracterizados dentro de este sistema son las proyecciones dopaminérgicas que van desde el VTA hacia el núcleo accumbens (NAcc) localizado en la parte ventral del cuerpo estriado, aunque también se presentan proyecciones hacia la PFC, la amígdala central y basolateral, y el hipocampo (Wang, 2020).

Desde una perspectiva neurobiológica, se ha propuesto que las conductas adictivas son impulsadas por un sistema de la recompensa alterado, donde el circuito conformado por la VTA, NAcc y la OFC juega un papel crucial. En este sistema, la liberación de dopamina (DA) ante el estímulo gratificante, ya sea una droga o una conducta, refuerza la búsqueda de este, consolidando el patrón adictivo (Grant et al., 2010). Ahondando en los procesos

neurológicos de formación de un individuo adicto, se debe comprender como primera instancia que las neuronas dopaminérgicas en el VTA se proyectan hacia el NAcc a través de fibras nerviosas eferentes durante la etapa temprana de la adicción. Es importante mencionar que la excitabilidad de las neuronas dentro del NAcc está gobernada por la señalización de proteínas G dentro de la PFC, lo cual provoca una mayor liberación de DA en el NAcc. Una estimulación repetida por la exposición continua al estímulo genera una actividad anormal del NAcc, activando constantemente el sistema de la recompensa mesolímbico y mesocortical, conformado por regiones del mesencéfalo (VTA, sustancia negra) y del telencéfalo (NAcc, amígdala, PFC). A nivel molecular, estos cambios reflejan una plasticidad sináptica maldadaptativa, afectando principalmente la forma en que se integra la neurotransmisión de DA y glutamato (Glu) para modificar la comunicación sináptica. En segunda instancia, a medida que se realiza un uso progresivo de sustancias o se repite la conducta, el sistema de la recompensa se vuelve más sensible debido al incremento del marcador neuronal δFosB. Este marcador permanece activo tras la eliminación del estímulo, aumentando la motivación y la sensibilidad a las recompensas, mientras reduce la aversión al estímulo adictivo. Ante la ausencia de este, el individuo presentara molestias físicas y psicológicas por la abstinencia; no obstante, al recuperar el acceso, la recompensa cerebral difiere debido a un desbalance homeostático de DA. Esto empuja al sujeto a un uso más prolongado o a la búsqueda de la conducta para normalizar el umbral de placer o reducir emociones negativas, creando un ciclo vicioso de dependencia . Finalmente, cuando se alcanza la etapa de hábito consolidado, las proyecciones glutamatérgicas desde la circunvolución cingulada anterior y el lóbulo orbitofrontal hasta el NAcc causan cambios adaptativos que disminuyen el valor de las recompensas naturales, motivando la búsqueda continua del estímulo adictivo. La disminución drástica de los receptores D2 y los niveles de transcripción de DA en el NAcc mantienen este sistema desequilibrado, provocando impulsos difíciles de controlar ante la falta de exposición usual al estímulo (Wang, 2020). Para comprender estas disfunciones, es necesario analizar las regiones cerebrales implicadas en dichos circuitos:

1.9.1 Corteza Prefrontal (PFC)

La corteza prefrontal es la sección anterior de los lóbulos frontales del cerebro, que incluye el cíngulo anterior y las áreas prefrontales orbitarias mediales, tiene proyecciones principalmente hacia los núcleos basales y basales accesorios. La proyección de la corteza prefrontal caudal es más robusta y termina más ampliamente en la amígdala en relación con la corteza prefrontal rostral (Squire *et al.*, 2009). Se considera que es la principal responsable de las funciones cognitivas superiores, como la atención, la percepción, la memoria, la excitación, la autorreflexión y quizás la propia conciencia. También ha sido reconocida por su importancia en el aprendizaje del comportamiento dirigido a un objetivo (Hyman *et al.,* 2006; Miller y Cohen, 2001).

Esta corteza representa un circuito cerebral heterogéneo compuesto por tres subdivisiones importantes (Johns, 2014):

- Corteza prefrontal dorsolateral (dlPFC): es crucial en procesos de atención, memoria de trabajo y el control cognitivo, también se ocupa de organizar y planificar la conducta en la búsqueda de objetivos a corto, mediano y largo plazo.
- Corteza orbitofrontal (OFC): forma en parte la corteza cingulada anterior. Esta región está altamente inervada por los procesos aferentes que se originan en el hipotálamo, en el hipocampo, en la amígdala basolateral, en las cortezas asociativas sensoriales como la olfativa, la gustativa y la visual, y al mismo tiempo recibe entradas dopaminérgicas y gabaérgicas originadas en el VTA. La OFC se ocupa principalmente de la valoración de estímulos y aspectos del reconocimiento de emociones, se activa por estímulos emocionales como rostros, el tacto placentero y el dolor, también apoya comportamientos como la inhibición, facilitando la moderación y la autorregulación del comportamiento socioemocional y previniendo el comportamiento inapropiado.
- Corteza prefrontal medial (mPFC): definida también como la corteza prefrontal-límbica y la corteza cingulada anterior, esta región recibe una inervación significativa de muchas regiones del cerebro como el núcleo de la amígdala y el hipocampo, así como el NAcc y otras regiones de la corteza sensorial y motora. Además, recibe prominentes aferencias gabaérgicas y dopaminérgicas de la VTA. La mPFC está implicada en el estado de ánimo, la motivación y la emoción.

1.9.2 Amígdala e Ínsula

Amígdala

La amígdala es una masa compleja de sustancia gris alojada en la porción anteromedial del lóbulo temporal, inmediatamente rostral al hipocampo. Comprende varios subnúcleos y regiones corticales cercanas sobre la cara ventral y medial de la superficie hemisférica. En términos funcionales, se secciona a la amígdala en tres subdivisiones, cada una con un conjunto singular de conexiones con otras partes del encéfalo (Purves *et al.,* 2016):

- **Grupo medial:** Presenta extensas conexiones con el bulbo y la corteza olfatoria primaria (específicamente la corteza piriforme).
- **Grupo basolateral:** Presenta conexiones importantes con la corteza prefrontal orbitaria y medial del lóbulo frontal y la corteza de asociación del lóbulo temporal.
- **Grupo central y anterior:** Se caracteriza por conexiones con el hipotálamo y el tronco del encéfalo, incluidas estructuras sensitivas viscerales como el núcleo del tracto solitario y el núcleo parabraquial.

La amígdala conecta las regiones corticales que procesan la información sensitiva con los sistemas efectores hipotalámico y del tronco del encéfalo. Las aferencias corticales le proporcionan información acerca de los estímulos visuales, somatosensitivos, sensitivos viscerales y auditivos altamente procesados. Estas vías provenientes de otras áreas corticales sensitivas distinguen a la amígdala del hipotálamo, que recibe aferencias sensitivas viscerales relativamente poco procesadas. La amígdala también recibe aferencias sensitivas directamente desde algunos núcleos talámicos, el bulbo olfatorio y relevos sensitivos viscerales en el tronco del encéfalo. Por lo tanto, muchas neuronas en la amígdala responden a estímulos visuales, auditivos, somatosensitivos, sensitivos viscerales, gustativos y olfatorios (Purves *et al.,* 2016).

Además de las aferencias sensitivas, las conexiones corticales prefrontales y temporales de la amígdala le dan acceso a los circuitos neocorticales que integran el significado emocional de los estímulos sensitivos y guían el comportamiento complejo. Algunas proyecciones desde la amígdala hasta el hipotálamo y el tronco del encéfalo le permiten desempeñar un papel importante en la expresión del comportamiento emocional al influir en la actividad de los sistemas eferentes motor somático y motor visceral. Se considera

que la amígdala regula los procesos neurales que otorgan un significado emocional a la experiencia sensitiva.

Ínsula

La ínsula es una región cerebral que participa en los procesos sensoriales viscerales y somáticos, en la regulación autonómica del tracto intestinal y del corazón, así como en el funcionamiento de áreas de asociación motora. También se ha asociado a una amplia variedad de tareas que involucran la conciencia subjetiva de sentimientos positivos y negativos, así como la empatía o la capacidad de comprender las emociones de los demás (Menon & Uddin*,* 2010).

Actualmente las conexiones anatómicas de esta región son poco conocidas en los seres humanos, la poca comprensión que se tiene de esto ha sido a través de su estudio con modelos animales. Esta región se sitúa en lo profundo del surco lateral derecho del cerebro y es considerada como la corteza de integración límbica, debido a los patrones de conectividad anatómica, la cual tiene proyecciones eferentes a la amígdala, la corteza orbitaria lateral, la corteza piriforme, la corteza cingulada anterior (ACC) y el surco temporal superior (STS), a su vez, recibiendo entradas de estas mismas regiones. Descubrimientos recientes han identificado vías ascendentes provenientes de la médula espinal, cuya diana son tanto la ínsula como la ACC, conformando un circuito homeostático aferente el cual lleva información acerca del estado fisiológico del tejido corporal. De forma similar, se han descrito vías descendentes desde la ínsula dorsal posterior que terminan en los núcleos parabraquiales del tronco encefálico, constituyendo un mecanismo para el control cortical de los sistemas homeostáticos de esta región (Craig, 2002).

En congruencia con el modelo de la triple red abordado en el punto siguiente, se ha demostrado a través de estudios de neuroimagen que la ínsula anterior desempeña un papel crítico y causal en el cambio de activación entre la red de control ejecutivo (CEN) y la red de modo por defecto (DMN) y la modalidad de un estímulo (Sridharan ***et al.,*** 2008). También se ha postulado que una de las funciones principales de la ínsula es identificar primero los estímulos ambientales mediante los sentidos y una vez detectados, esta región facilita el procesamiento de la información relacionada con la tarea iniciando

señales de control transitorias apropiadas para involucrar las áreas del cerebro que median la atención, la memoria de trabajo y los procesos cognitivos de orden superior, mientras desactiva la DMN, lo cual permite centrar la atención en estímulos externos, priorizando aquellos que adquieren una mayor importancia y prominencia (Menon, 2014).

1.10 El modelo de la triple red

El modelo de la Triple Red, propuesto por Menon (2011), establece un cambio de paradigma en la neurociencia clínica al sugerir que las psicopatologías no derivan de alteraciones en regiones cerebrales aisladas, sino de una disfunción en la conectividad dinámica y temporal de tres sistemas neurocognitivos a gran escala. Este modelo se estructura en torno a 1) la Red Ejecutiva Central (*Central Executive Network,* CEN), fundamental para el control cognitivo, la red neuronal de Modo por Defecto (*Default Mode Network,* DMN), asociada a procesos autorreferenciales y activa en ausencia de tareas externas, y 2) la Red de Saliencia (*Salience Network,* SN), parte crucial de este modelo que funciona como un interruptor dinámico que detecta estímulos biológicos o cognitivos relevantes para facilitar el cambio de actividad entre las otras dos redes. Por lo tanto, una falla en este mecanismo de asignación de saliencia impide la correcta inactivación de la DMN y la activación de la CEN, resultando en los déficits de control atencional, inhibición de respuesta y flexibilidad cognitiva característicos de diversos trastornos psiquiátricos, incluyendo las adicciones a sustancias o las conductuales. A continuación, revisaremos más a detalle las estructuras que componen a cada una de estas redes.

1.10.1 Red de Control Ejecutivo/Red Frontoparietal lateral (CEN o FPN)

Las regiones centrales de la red de control son la corteza prefrontal lateral a lo largo de la circunvolución frontal media y el lóbulo parietal anteroinferior. Esta red también puede ser separada en sistemas lateralizados a la derecha e izquierda, se le ha dado la etiqueta de responsable del control ejecutivo a la red izquierda (L-FPN) por su papel en el control ejecutivo dirigido a objetivos, la memoria de trabajo, la inhibición y el cambio de tareas. De igual forma se ha descrito que algunas regiones de esta red se asocian con otras redes como la red DMN. Por otro lado, las regiones conectadas a la parte derecha (R-

FPN) están asociadas con el control de procesos cognitivos impulsados por estímulos o dirigidos externamente (Kam et al., 2019).

Como ya se mencionó, esta red se asocia a la función ejecutiva y a las tareas cognitivamente exigentes orientadas a objetivos, es fundamental para la resolución de problemas basados en reglas y para el mantenimiento y la manipulación de información para la memoria de trabajo y la toma de decisiones en el contexto de un comportamiento dirigido a un objetivo (Uddin *et al.,* 2019).

1.10.2 Red de Modo por Defecto (DMN) o Red Frontoparietal Medial (m-FPN)

Las regiones principales de esta red son la mPFC, la corteza cingulada posterior (PCC) y la extensión posterior del lóbulo parietal inferior, pero además incluye regiones secundarias como la circunvolución frontal inferior, la circunvolución temporal media y el surco temporal superior y la corteza parahipocampal. La etiqueta “por defecto” se ha mantenido debido a la falta de consenso respecto de las amplias funciones que presenta esta red. La dificultad para la identificación de las funciones cognitivas de esta red radica en la relativa lejanía de sus regiones, así como de las entradas motoras y las entradas perceptivas que recibe (Uddin *et al.,* 2019).

Esta red suele estar activa cuando una persona no está enfocada en los estímulos del mundo exterior, en un fenómeno denominado como “*Daydreaming*” esto quiere decir que el individuo se encuentra en un estado de divagación mental. También se ha encontrado que esta red también se encuentra activa cuando se piensa en otras personas, cuando se piensa en uno mismo y cuando se piensa en recuerdos pasados y también está involucrada en la planificación a futuro (Uddin *et al.,* 2019).

Mediante estudios de fMRI esta red ha sido separada en diferentes regiones con funciones específicas:

- PCC y precúneo: combinan el procesamiento *top-down* de estímulos externos con información de la memoria y la percepción, la parte ventral de la PCC se activa en todas las tareas relacionadas con la autopercepción, mientras que la parte dorsal se vincula con la conciencia; por otra parte, el precúneo se encarga del procesamiento de información visuo-espacial.

- Corteza prefrontal medial (mPFC): principal responsable de las funciones cognitivas superiores, como la atención, la percepción, la memoria, la autorreflexión y la conciencia.
- Circunvolución angular: involucrada en procesos relacionados con el lenguaje, procesamiento y manipulación de información mental, recuperación de la memoria.
- Subsistemas de la DMN: esta red se divide en dos subsistemas específicos, pues el medial dorsal está involucrado en la imaginación, el pensamiento futuro, el procesamiento asociativo contextual, en la inferencia de estados mentales de otros individuos, que son aspectos importantes para la divagación y el pensamiento espontáneo; mientras que el temporal medial está vinculado a la memoria episódica y la imaginación del futuro (Andrews-Hanna et al. 2010).

1.10.3 Red de saliencia (SN) o red cingular-insular media (M-CIN)

La red de saliencia (SN) es un sistema integrador que incluye regiones corticales centrales como la ínsula anterior (IA) y la corteza cingulada anterior dorsal (dACC). Se complementa con nodos en la corteza parietal inferior y la corteza prefrontal lateral, así como estructuras subcorticales críticas que incluyen a la sustancia negra, el área tegmental ventral (VTA), el núcleo central de la amígdala y el hipotálamo. La función primordial de esta red es la detección y filtrado de estímulos biológicamente relevantes, integrando información sensorial externa con estados homeostáticos internos. Una de las capacidades más destacadas, previamente mencionada, de la SN es su papel causal en la modulación del cambio de actividad entre la red por defecto (DMN) y la red de control ejecutivo (CEN). Esta capacidad de "conmutación" entre ambas redes permite que el cerebro reasigne recursos atencionales hacia estímulos que adquieren prominencia, facilitando procesos de autoconciencia y comportamiento social complejo. El análisis de datos de fMRI en estado de reposo vincula la integridad de esta red con un funcionamiento emocional y cognitivo óptimo (Uddin *et al.,* 2019).

1.11 La vulnerabilidad de los adolescentes a las adicciones

De acuerdo con Yuan et al. (2015), la adolescencia (periodo comprendido entre los 12 y 18 años) constituye un periodo crítico de transición hacia la adultez, caracterizado por una profunda reorganización de la circuitería del prosencéfalo. Esta etapa representa una ventana de desarrollo de alta sensibilidad a las experiencias novedosas, donde la plasticidad dependiente de la experiencia es particularmente activa en regiones de control ejecutivo y toma de decisiones, como la PFC. Esta plasticidad, si bien es necesaria para la maduración, convierte al cerebro adolescente en un órgano excepcionalmente vulnerable al abuso de sustancias (o, en este caso, a otras recompensas artificiales como el teléfono inteligente, las apuestas o los videojuegos), facilitando una progresión que suele iniciar con alcohol y tabaco para avanzar hacia sustancias ilegales.

A nivel estructural, la maduración cerebral en esta etapa no implica un aumento de tamaño, sino una reorganización dinámica de la sustancia gris y blanca. En la adolescencia, se observa una disminución en el volumen y en la densidad de la sustancia gris en áreas críticas para las funciones ejecutivas y el procesamiento sensorial —como la PFC, la corteza parietal y los ganglios basales—, en paralelo ocurre un incremento en la mielinización y en el diámetro axonal de la sustancia blanca, lo que optimiza la eficiencia en la transducción de los impulsos. Funcionalmente, las redes cerebrales transitan de interacciones locales (propias de la niñez) a una conectividad distribuida y de amplio rango entre regiones frontales y subcorticales, lo que es esencial para el control inhibitorio y la memoria de trabajo. Sin embargo, destacan que existe un desbalance madurativo, pues los sistemas subcorticales encargados de la emoción y la recompensa se desarrollan antes que los sistemas corticales de control ejecutivo e inhibición de los impulsos. Esta asincronía subyace al incremento de conductas de riesgo y la búsqueda de sensaciones, dos aspectos elementales que caracterizan a los adolescentes (Schepis *et al., 2007)*.

Finalmente, en el plano neuroquímico, Yuan y cols. (2015) indican que durante la adolescencia el sistema dopaminérgico experimenta una reorganización fundamental para el aprendizaje asociativo y la conducta motivada. Durante este periodo, las respuestas de los receptores D1 y D2 en el NAcc son aún inmaduras, limitando su

interacción sináptica con la PFC. Esta inmadurez del sistema dopaminérgico mesolímbico lo hace altamente sensible a interacciones genético-ambientales y, específicamente, a los efectos neurobiológicos recompensantes de la nicotina u otros estímulos altamente gratificantes, como el *smartphone*, consolidando la vulnerabilidad a la adicción durante esta etapa vital.

2. Antecedentes

La adicción a los teléfonos inteligentes (SPA) ha sido considerado una categoría de conducta emergente con el potencial de desarrollar características adictivas. Este fenómeno se enmarca en el concepto más amplio de “Adicción Tecnológica,” propuesto por Griffiths (1996), que se refiere a comportamientos adictivos no químicos asociados con la interacción humano-máquina. Como se ahondará más adelante, este tipo de adicción comparte características neurobiológicas y conductuales con otros trastornos relacionado al uso de la tecnología, incluyendo alteraciones en regiones cerebrales como la corteza prefrontal lateral, la corteza OFC y la ACC, áreas cruciales para las funciones ejecutivas (Kuss *et al.*, 2018). Para evaluar la SPA, se han desarrollado instrumentos psicométricos validados que permiten determinar su presencia y severidad. Entre ellos destacan el Inventario de Adicción a los Teléfonos Inteligentes (Smartphone Addiction Inventory, SPAI; Lin et al., 2014) y la Escala de Adicción a los Teléfonos Inteligentes (Smartphone Addiction Scale, SAS; Kwon et al., 2013), así como la versión corta (SAS-SV) de esta última. Estas herramientas evalúan dimensiones específicas como el uso compulsivo, la interferencia con actividades diarias, la tolerancia y los síntomas de abstinencia, proporcionando una medida integral del impacto del SPA en la vida de los usuarios. Estudios de neuroimagen han revelado importantes alteraciones estructurales y funcionales en el cerebro asociadas a SPA. Por ejemplo, se ha identificado una reducción en el volumen de sustancia gris en la amígdala bilateral, región implicada en la regulación emocional y el procesamiento de recompensas. Este cambio sugiere una hipersensibilización del sistema límbico-estriatal, lo que podría explicar la pérdida de control sobre el uso del dispositivo (Tymofiyeva, 2020; Horvath, 2020). De manera similar, se han encontrado reducciones en la sustancia gris de la corteza OFC, una región clave para el control regulatorio y la toma de decisiones, lo que refuerza la relación entre la

SPA y los comportamientos adictivos. La función del cerebelo ha sido recientemente vinculada con la formación de hábitos en procesos adictivos. Esto sugiere que las diferencias estructurales y funcionales entre individuos con y sin SPA podrían reflejar un mecanismo subyacente en la transición de un uso adaptativo del dispositivo hacia un patrón compulsivo y habitualmente reforzado (Schmitgen, 2022). No obstante, debido a que la SPA es un fenómeno de estudio relativamente reciente, diversas revisiones mencionan la similitud de la adicción a internet (IAD) con el SPA (Mendez et al., 2024). Mediante diferentes métodos de neurovisualización como el electroencefalograma (EEG), la tomografía computarizada por emisión de positrones (PET), la fMRI y la resonancia magnética estructural (sMRI), se ha estudiado la estructura y función cerebral en IA, identificando anormalidades que podrían servir de base para comprender la SPA.

- Sistema de la recompensa: A través de fMRI se detectaron disminuciones en la función de este sistema en los jóvenes, acompañado de decrementos en el nivel de sustancia gris y cambios en los tractos de sustancia blanca en la corteza prefrontal (PFC), así como reducciones en la conectividad entre el área tegmental-ventral (VTA) y del NAcc hacia la corteza orbitofrontal media (mOFC), afectando la integración y procesamiento de información sensorial. Asimismo, se ha reportado una menor cantidad de receptores dopaminérgicos D2 en el cuerpo estriado, lo que conlleva a una mayor participación del sistema de recompensa para normalizar los niveles de dopamina, resultando en un mayor deseo de acceso y actividad en la circunvolución frontal superior izquierda. Esto provoca que los pacientes sean más sensibles a recompensas inmediatas e ignoren los efectos adversos (Chen et al., 2023).
- Red de control ejecutivo (CEN): Se han hallado reducciones en el volumen de la sustancia gris en la OFC y en el giro cingulado, regiones involucradas en el control cognitivo. Se sugiere que la disfunción ejecutiva en sujetos con adicciones tecnológicas se relaciona con estas anormalidades estructurales, las cuales disminuyen la actividad celular y deterioran la capacidad de juzgar beneficios a corto plazo frente al daño a largo plazo.
- Sistemas de la toma de decisiones: Los pacientes con IA presentan una densidad reducida de sustancia blanca y de sustancia gris en la circunvolución frontal

inferior (clave para evaluar riesgo-recompensa) y en la ínsula (estructura integradora de estados interoceptivos), lo que produce la toma de decisiones desfavorables (Chen et al., 2023). La disfunción en la circunvolución frontal inferior compromete el control inhibitorio, mientras que la alteración en la ínsula sugiere una falla en la red de saliencia, generando una desconexión entre el malestar interno y la capacidad racional para detener la conducta (Weng et al., 2013; Craig, 2009).

Estudios con electroencefalograma cuantitativo (EEG) han permitido identificar correlaciones entre la actividad cerebral y la severidad del SPA. Una reducción en la frecuencia de ondas α se ha asociado con niveles más altos de adicción, lo que refleja una disminución en la relajación y en el control cognitivo. Además, diferencias en la actividad del ritmo sensoriomotor (SMR) entre grupos con y sin riesgo de SPA indican una menor capacidad para regular el tiempo de uso del dispositivo (Hee-Wook, 2020). En el ámbito de la conectómica, se han explorado marcadores estructurales de vulnerabilidad para la SPA. Por ejemplo, estudios como el de Hirjak (2022) han encontrado una menor complejidad de plegamiento cortical en regiones como la ACC y la circunvolución frontal superior derecha (SFG) en individuos clasificados como de alto riesgo según el SPA-I. Estas alteraciones estructurales se proponen como posibles biomarcadores de vulnerabilidad para conductas adictivas. Además, alteraciones en la conectividad funcional de la red CEN, la red SN y el sistema de recompensa subrayan el impacto de la adicción a los teléfonos en los procesos cognitivos y emocionales. Estas redes son esenciales para la autorregulación, la identificación de estímulos relevantes y la evaluación de recompensas. Cambios en la actividad de la ACC y la dlPFC han sido observados consistentemente en personas con SPA, lo que sugiere una disminución en la capacidad de control inhibitorio y un incremento en el craving hacia el uso del dispositivo (Schmitgen *et al.*, 2022). De forma integral, la SPA no solo afecta regiones específicas del cerebro, sino que también compromete redes cerebrales más amplias involucradas en el procesamiento emocional, la regulación de impulsos y la toma de decisiones. Este impacto puede contribuir a problemas adicionales, como trastornos del sueño y síntomas depresivos, los cuales han sido frecuentemente reportados en personas con adicción a los teléfonos inteligentes (Tymofiyeva, 2020). En el ámbito

conductual, Yasin *et al.,* (2016) exploraron la relación entre SPA, la fatiga mental y la flexibilidad cognitiva en una muestra de estudiantes universitarios con una edad promedio de 22 años. Para diagnosticar la SPA, utilizaron la Smartphone Addiction Scale (SAS); la fatiga mental fue evaluada mediante la Mental Fatigue Scale (MFS) y la flexibilidad cognitiva con el Cognitive Flexibility Inventory (CFI). Los resultados mostraron que el 27% de los estudiantes presentaban SPA, con una correlación positiva entre los puntajes de la SAS y la MFS, y una correlación negativa moderada entre la SAS y el CFI. También se identificó una correlación negativa entre la MFS y el CFI, sugiriendo que los estudiantes con mayor exposición a los smartphones tenían niveles más altos de fatiga mental y menor flexibilidad cognitiva. Sin embargo, en México apenas se ha comenzado a abordar el impacto de la SPA sobre aspectos cognitivos. Esquivel-Gaméz *et al.,* (2024) realizaron un estudio en una universidad y un bachillerato en Veracruz con 154 estudiantes, cuyo objetivo fue determinar la asociación entre el nivel de adicción al teléfono inteligente, la memoria operativa y la inteligencia fluida. El 23% de los participantes fue clasificado con SPA. Sin embargo, no se encontró una asociación entre la adicción percibida y la capacidad de memoria operativa ni con la inteligencia fluida. Estos resultados sugieren la necesidad de seguir explorando las posibles diferencias contextuales y culturales en los efectos cognitivos del SPA en los jóvenes mexicanos.

3. Justificación

SPA se presenta como un fenómeno neurobiológico y conductual complejo que afecta tanto la integridad neuronal como la funcionalidad cognitiva. Este conocimiento refuerza la necesidad de abordar a la SPA desde una perspectiva interdisciplinaria que abarque tanto sus bases neurobiológicas como su impacto psicológico y social. Sumado a esto, datos recientes de la *Global System for Mobile Communications Association* (GSMA) (2023) indican que más de 4,300 millones de personas poseen un teléfono inteligente, lo que representa aproximadamente el 54% de la población mundial, esta cifra no solo refleja una integración tecnológica, sino una transformación antropogénica del entorno cotidiano. En los jóvenes, la prevalencia del uso problemático de estos dispositivos ha mostrado un crecimiento alarmante, escalando de 23.3% en épocas pre-pandemia a cifras de entre el 28% y el 31% en años recientes (Sohn et al., 2019; Meng et al., 2022).

En México, la situación es particularmente crítica, ya que:

- Existen 98.6 millones de usuarios, lo que representa al 81.7% de la población mayor de 6 años (INEGI, 2024).
- En los jóvenes (de 18 a 24 años), la penetración es casi total, superando el 96% (INEGI, 2025).
- Estudios regionales en Veracruz reportan que el 23% de los jóvenes universitarios encuestados presentan un uso problemático de los dispositivos inteligentes (Esquivel-Gámez et al., 2024).

Se estima que para el 2028 la cifra de personas con acceso a un *Smartphone* se acercara a los 8,000,000,000 (Taylor, 2024) A pesar de la normalización del uso de estos dispositivos, la evidencia científica vincula la adicción al *smartphone* (SPA) con afectaciones a la salud mental, observando una correlación directa con niveles elevados de ansiedad, depresión y síntomas de trastorno de déficit de atención e hiperactividad (TDAH), asociándolo también con una baja autoestima, alta impulsividad, estrés y alteraciones del sueño (García *et al.,* 2024; Li, 2021). De igual forma, la SPA se ha vinculado con alteraciones neurobiológicas, tales como cambios estructurales y funcionales en regiones críticas como la PFC, la ACC y la amígdala, que podrían están comprometiendo funciones ejecutivas básica como el CI y la FC, esenciales para la toma de decisiones y la regulación emocional (Horvath, 2020; Hirjak, 2022).

Ante la escasa literatura académica y el desconocimiento generalizado de las repercusiones negativas este fenómeno en México, esta investigación busca evaluar el impacto de la SPA sobre las funciones ejecutivas nucleares CI y FC, mediante un enfoque interdisciplinario, combinando el uso de cuestionarios autosuministrados y baterías neuropsicológicas, proporcionando un marco de referencia para futuras investigaciones en el campo. Los hallazgos de este trabajo contribuirán a llenar el vacío de conocimiento sobre este fenómeno en nuestra nación.

4. Hipótesis

Los adolescentes con SPA presentarán un menor control inhibitorio, una menor flexibilidad cognitiva y una mayor impulsividad en comparación con los individuos en riesgo y los individuos que no presentan adicción.

5. Objetivos

5.1 General

Establecer si la adicción a los teléfonos inteligentes provoca un aumento en los niveles de impulsividad, así como un impacto negativo en el control inhibitorio y en la flexibilidad cognitiva de adolescentes.

5.2 Objetivos Específicos

1. Determinar si existen diferencias en el control inhibitorio en adolescentes con SPA, en riesgo de SPA y sin SPA (n-SPA), mediante la prueba *Go/No-Go* y la escala de impulsividad de Barratt (BIS-11).
2. Determinar si existen diferencias en la flexibilidad cognitiva en adolescentes con SPA, en riesgo de SPA y sin SPA (n-SPA), mediante la prueba *Wisconsin Card Sorting Test* (WCST).

6. Materiales y Métodos

6.1 Diseño de estudio

La presente investigación se realizó mediante el uso de un diseño transversal, comparativo y de tipo observacional.

El análisis se realizó considerando las siguientes variables:

- Variable independiente: Adicción a los dispositivos inteligentes (SPA).
- Variables dependientes: Impulsividad, Control inhibitorio (CI) y Flexibilidad cognitiva (FC).

Como primera fase se realizó la recolección de información de hábitos de los participantes mediante la obtención de datos sociodemográficos considerando los siguientes parámetros:

- Edad
- Sexo
- Tiempo en pantalla (en horas)
- Uso del dispositivo

En una segunda fase, la evaluación se complementó con la aplicación de cuestionarios autosuministrados. Para operacionalizar la variable independiente y categorizar el nivel de adicción de los participantes, se empleó la Smartphone Addiction Scale Short-Version (SAS-SV) de Kwon y cols. (2013). Adicionalmente, se aplicó la *Barratt Impulsiveness Scale* (BIS-11; Patton *et al.,* 1995) como herramienta de autoinforme para medir la impulsividad de los participantes.

Finalmente, la medición de las variables dependientes se ejecutó mediante pruebas neuropsicológicas estandarizadas y computarizadas a través del software *The Psycology Experiment Building Lenguage* (PEBL). Se utilizó la prueba Go/No-Go para evaluar la capacidad de supresión de respuestas automáticas (Control inhibitorio), mientras que la Tarea de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin (WCST) se implementó para analizar la capacidad de los sujetos para hacer cambios de criterios y su adaptación a nuevas reglas

(flexibilidad cognitiva). Toda la secuencia metodológica se menciona en el diagrama de flujo de las etapas de trabajo (**Figura 1**).

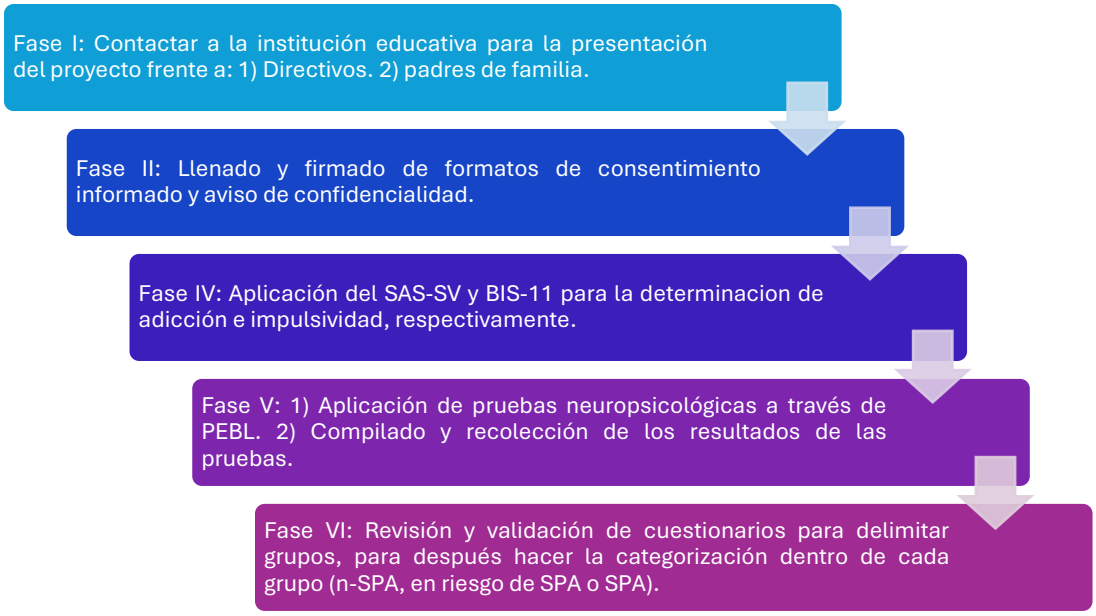


Figura 1: Diagrama de flujo de las etapas de trabajo.

6.2 Marco muestral y criterios de selección

Aunque el cálculo inicial del tamaño de muestra sugirió un total de 169 sujetos para un error del 5%, la muestra final quedó conformada por **104 participantes** que cumplieron estrictamente con los criterios de selección y entregaron el consentimiento informado firmado por sus tutores legales. El tamaño de la muestra fue calculado tomando en cuenta un tamaño de población N = 300, un nivel de confianza (Z) de 95%, un porcentaje de muestra (p) del 50% y un error estándar (e) del 5%. Los sujetos tenían una edad promedio de 13.3 ± 0.86, pertenecientes a la escuela Telesecundaria Adolfo López Mateos, ubicada en la junta auxiliar de San Pablo Xochimehuacán, en el estado de Puebla, México.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Figura 2. Fórmula utilizada para el cálculo de tamaño de muestra.

Bioética

Esta investigación cumple con lo estipulado en la declaración de Helsinki (2013), ya que las personas que colaboraron en este proyecto de investigación participaron de forma voluntaria, consciente e informada, formalizando su inclusión en el estudio mediante la firma del formato de consentimiento informado (Anexo 12.1) a través de los padres de cada estudiante y del respectivo niño, con el pleno conocimiento de que podían abandonar el estudio en cualquier momento.

El proyecto se desarrolló bajo un ambiente cordial y respetuoso, garantizando el anonimato de los estudiantes en todo momento. Los resultados de cada participante ya les fueron entregados en forma de un reporte escrito, a sobre sellado, y se les indicó que no tienen ningún valor diagnóstico, aunque sí indicativo.

Criterios de inclusión

- Personas que desearon participar en el estudio y hayan llenado el formato de consentimiento (sexo indistinto).
- Personas que se encuentraban en un rango de edad entre 13 a 15 años.
- Personas sin desórdenes neurológicos o psiquiátricos diagnosticados al momento del estudio.
- Personas con un patrón de sueño ininterrumpido de entre 7 a 8 horas diarias.
- Personas sin previo consumo o uso de sustancias que afecten al SNC (drogas recreativas o medicamentos).
- Personas que no hayan sufrido ningún trauma, golpe o accidente en la cabeza.

Criterios de exclusión

- Personas que no desearon participar en el estudio y/o que no entregaron el formato de consentimiento informado.
- Persona que acepten participar, pero que tuvieron errores al responder los cuestionarios auto suministrados (SAS-SV y BIS).
- Personas que notificaron previos desórdenes neurológicos y psiquiátricos.
- Personas con previo consumo o uso de sustancias que afecten al SNC (drogas recreativas o medicamentos).
- Personas con historial de traumatismo o heridas cerebrales.

6.3 Instrumentos y cuestionarios

6.3.1 *Smartphone Addiction Scale Short-Version* (SAS-SV)

La *Smartphone Addiction Scale Short-Version* (SAS-SV) es una herramienta diseñada por Kwon et al. (2013) para identificar el riesgo de adicción al teléfono inteligente de manera simplificada, pues está diseñado para su aplicación en adolescentes. A diferencia de la versión original de 33 ítems y 6 factores (SAS), la SAS-SV consta de 10 ítems autoinformados que, aunque representan las dimensiones originales (perturbación de la vida, anticipación positiva, retraimiento, relación orientada al ciberespacio, uso excesivo y tolerancia), se agrupan en una estructura unidimensional. Utiliza una escala Likert de seis puntos (donde 1: "Totalmente en desacuerdo" hasta 6: "Totalmente de acuerdo").

Respecto a los criterios diagnósticos, Kwon et al. (2013) establecieron puntos de corte diferenciados por género mediante un análisis ROC (una herramienta estadística que evalúa la precisión de una prueba de clasificación al representar gráficamente la sensibilidad frente a la especificidad): ≥31 puntos para hombres y ≥33 para mujeres. Estos valores han mostrado consistencia en diversas adaptaciones, incluyendo estudios en población hispanohablante donde se ha observado una mayor autoconciencia y distintos patrones de uso en mujeres, validando la necesidad de escalas de corte específicas (Esquivel Gámez *et al.,* 2024; Escalera-Chávez *et al.,* 2020). La versión en

español de este instrumento fue validada en población latina con una consistencia interna de α = 0.88 (López-Fernández, 2017), demostrando ser una herramienta robusta y fiable para el contexto latinoamericano.

6.4.2 *Barratt Impulsiveness Scale* (BIS-11)

La escala de impulsividad de Barratt (BIS-11) es un cuestionario de autoinforme de 30 preguntas ampliamente utilizado para medir la impulsividad, creado en la década de 1990 por el Dr. Barratt y la Sociedad Internacional para la Investigación de la Impulsividad. Es uno de los cuestionarios de autoinforme más administrados, diseñado específicamente para la evaluación de la impulsividad tanto en investigación como en entornos clínicos. Aunque el BIS-11 fue creado en los Estados Unidos, ha sido ampliamente utilizado en todo el mundo, existe una adaptación traducida al español, validada para adolescentes por Martínez-Loredo *et al.,* (2015), con múltiples revisiones que soportan su validez sobre la predicción de diagnósticos o evaluaciones de problemas de conducta relacionado teóricamente con la impulsividad (Parrado *et al.,* 2020).

La BIS-11 fue diseñada para ser una herramienta de medición multifacética de la impulsividad, basada en la investigación de la ansiedad y en la búsqueda de sensaciones/emociones. Incluye seis factores de primer orden (atención, motricidad, autocontrol, complejidad cognitiva, perseverancia e impulsividad) y tres factores de segundo orden (impulsividad atencional, motora y no planificada). Se califica en una escala Likert de cuatro puntos desde 1 = Rara vez/Nunca a 4 = Casi siempre/Siempre, las puntuaciones totales pueden oscilar entre 30 y 120. Este instrumento establece que un puntaje de >72 sirve para clasificar a un individuo con impulsividad alta, mientras que los puntajes que oscilan entre 52 a 71 son representación de los límites normales de la impulsividad. Las puntuaciones inferiores a 52 suelen representar individuos extremadamente sobrecontrolados o que no completaron el cuestionario honestamente. Lógicamente, las puntuaciones más altas en el BIS-11 reflejan niveles más altos de impulsividad (Stanford *et al.,* 2009).

6.4 Pruebas neuropsicológicas

Para la aplicación de las dos baterías seleccionadas para evaluar el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva de los adolescentes se utilizó el software gratuito PEBL, el cual ha sido validado para la medición de las funciones ejecutivas a través de sus pruebas (Piper *et al.,* 2012).

6.4.1 Prueba Go/No Go

Es una batería neuropsicológica ampliamente utilizada para evaluar el control inhibitorio, particularmente la capacidad de suprimir respuestas automáticas o impulsivas ante estímulos, la cual se considera que fue desarrollada por Alexander Luria (1966) en el período entre 1940 a 1950 para medir la capacidad de los individuos de cambiar su respuesta y el control de los impulsos. En esta prueba, a los participantes se les pide que respondan ante la presencia de un estímulo que puede ser de naturaleza visual o auditiva (que denominaremos Go), y que inhiban su respuesta cuando se presenta un estímulo distinto (al que llamaremos No Go, **Figura 3**).

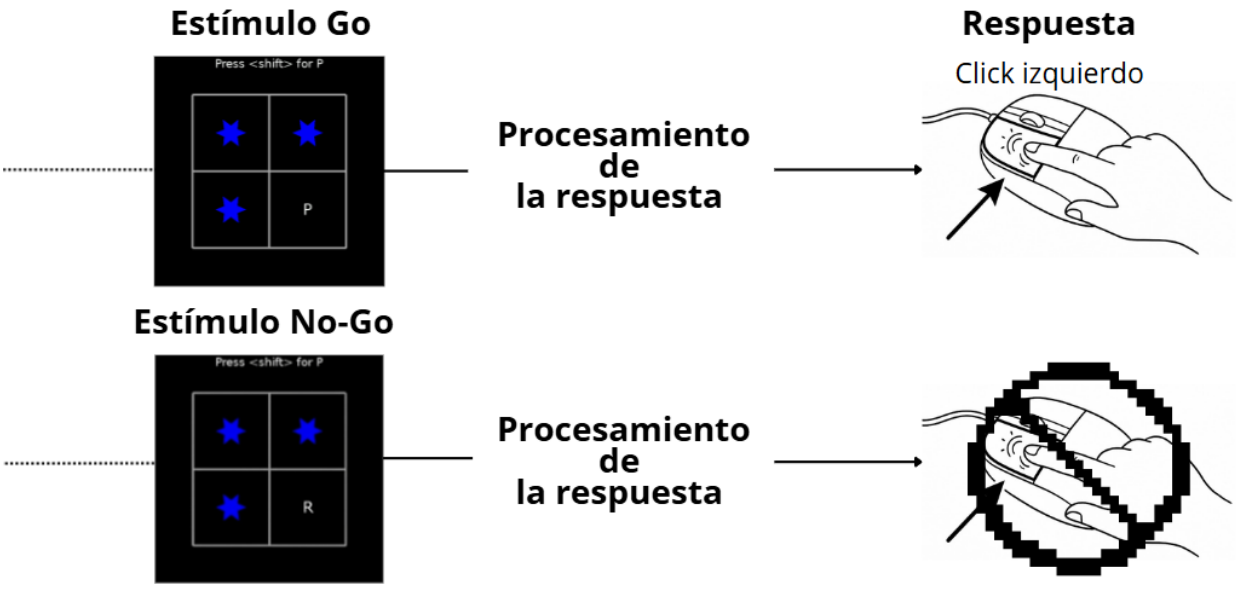


Figura 3. Esquema descriptivo de la prueba Go/No Go en la primera parte de la prueba (elaboración propia).

En PEBL los estímulos son de naturaleza visual y se presentan aleatoriamente en cualquiera de los cuadrantes reemplazando a las estrellas en una cuadrícula 2x2 (**Figura 4 y 5**). La prueba se secciona en dos partes. En la primera parte los estímulos Go corresponden a la letra P (**Figura 4**) en donde el sujeto tiene que dar respuesta haciendo click derecho en el ratón, mientras que los estímulo No-Go corresponde a la letra R (**Figura 5)** frente a los cuales el participante no tiene que emitir respuesta alguna, la proporción de estímulos Go frente a los No-Go es de 4:1, esto tiene la finalidad de generar una respuesta automática y dominante, lo que hace que la inhibición ante los estímulos No-Go sea mucho más desafiante (Rezvanfard et al., 2016). Cada mitad de la prueba consta de 160 intentos (dando un total de 360 intentos totales), con una latencia de aparición de 1500 ms entre cada estímulo. En la segunda parte de la prueba la regla de respuesta se invierte, por lo que el estímulo Go corresponde a la letra R y el estímulo No-Go corresponde a la letra P. Mediante esta prueba se miden 4 variables:

1. **Tasa de aciertos en Go**: cantidad de respuestas correctas cuando el estímulo requiere una acción.
2. **Errores de comisión en No Go:** cantidad de respuestas emitidas cuando el estímulo requiere inhibir la respuesta.
3. **Errores de omisión en Go:** cantidad de ocasiones en las que no se responde al estímulo Go.
4. **Tiempo de reacción:** tiempo que se tarda en responder al estímulo Go, importante para medir la velocidad de procesamiento y la eficacia de la respuesta.

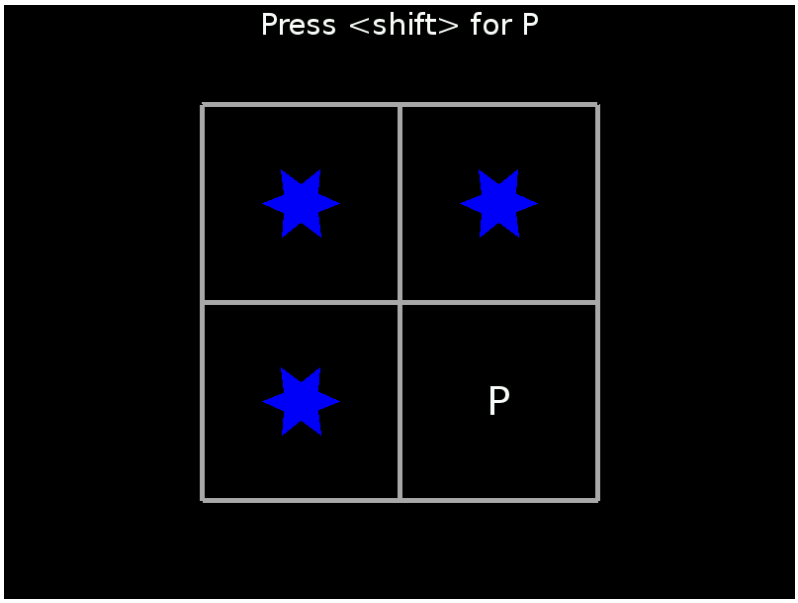


Figura 4. Ejemplo de cómo se presenta el estímulo Go (letra P) en la prueba Go/No-Go en PEBL.

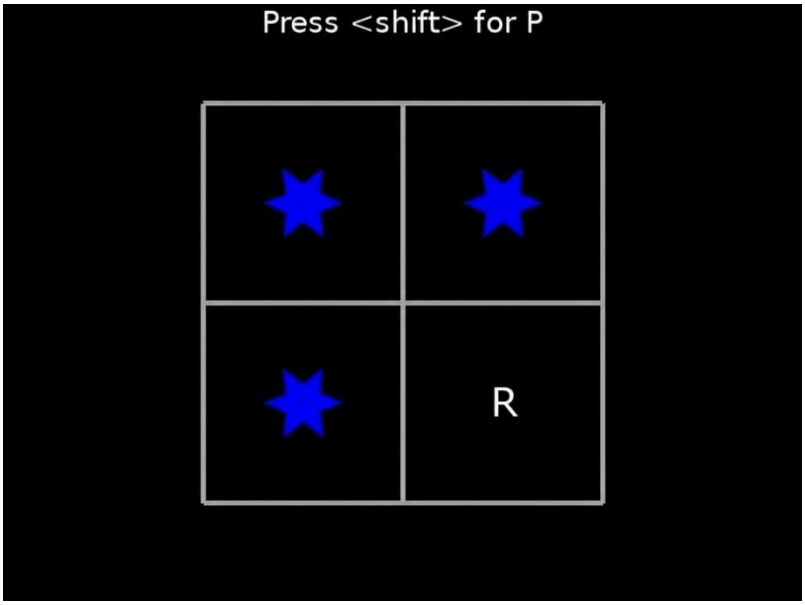


Figura 5. Ejemplo de cómo se presenta el estímulo No-Go (letra R) en la prueba Go/No-Go en PEBL.

6.4.2 Prueba de Tarjetas de Wisconsin (WCST)

La *Wisconsin Card Sorting Test (WCST)* es una batería neuropsicológica desarrollada originalmente por David Grant y Esta Berg (1948), que es utilizada para evaluar la flexibilidad cognitiva y el control inhibitorio en seres humanos. La tarea consiste en que el participante tiene que clasificar tarjetas de acuerdo con un criterio, el cual se deduce

a través de la retroalimentación (“correcto” o “incorrecto”) proporcionada después de cada ensayo (**Figura 6**). Este criterio cambia después de un número de ensayos predeterminado (10 ensayos en la versión computarizada de PEBL). Las tarjetas que se presentan al participante deben ser clasificadas dentro de alguno de las pilas de tarjetas guía, de acuerdo con una de las tres dimensiones que posee (color, forma o número, **Figura 4**).

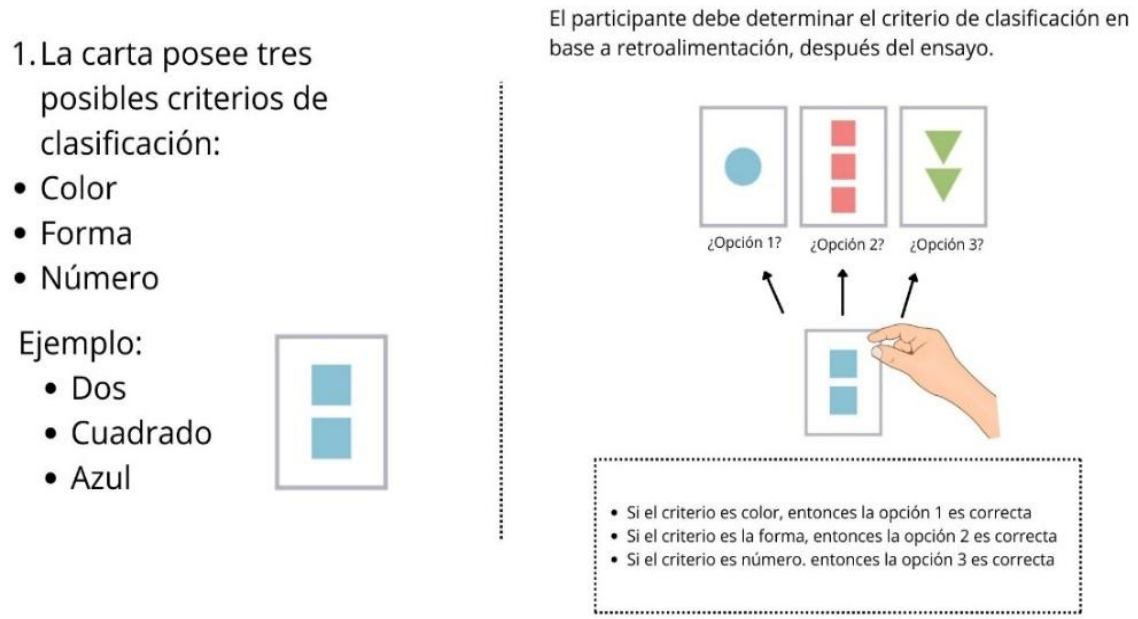


Figura 6. Esquema descriptivo de la Prueba de Cartas de Wisconsin (elaboración propia).

A través de esta prueba se miden las siguientes variables:

1. **Categorías completadas / experimentadas:** proporción de categorías completadas con base a las categorías experimentadas a lo largo de la prueba.
2. **Respuestas correctas:** todas aquellas respuestas que coinciden con el criterio de clasificación en turno.
3. **Respuestas incorrectas:** aquellas respuestas que no coinciden con el criterio de clasificación en turno
4. **Respuestas perseverativas:** respuestas que siguen una regla de clasificación ambigua (pueden ser correctas o incorrectas)

5. **Errores perseverativos:** subconjunto de respuestas perseverativas que además son incorrectas.
6. **Fallas en mantener el set:** un error que se comete después de 5 respuestas correctas consecutivas.
7. **Errores no perseverativos:** respuestas incorrectas que no siguen la regla previa de clasificación, es decir, no son perseverativas.
8. **Aprendiendo a aprender (*Learning to Learn):*** la tendencia a mejorar o empeorar el rendimiento en la prueba a medida que se descubren las reglas.
9. **Nivel de respuestas conceptuales:** clasificación correcta y consecutiva de cartas en rondas de tres.
10. **Intentos para completar la primera categoría:** número de intentos que ejecuta el individuo antes de completar exitosamente la primera categoría de la prueba.
11. **Secuencias perseverativas:** se refiere a la cantidad de secuencias consecutivas de repuestas perseverativas a lo largo de la prueba.

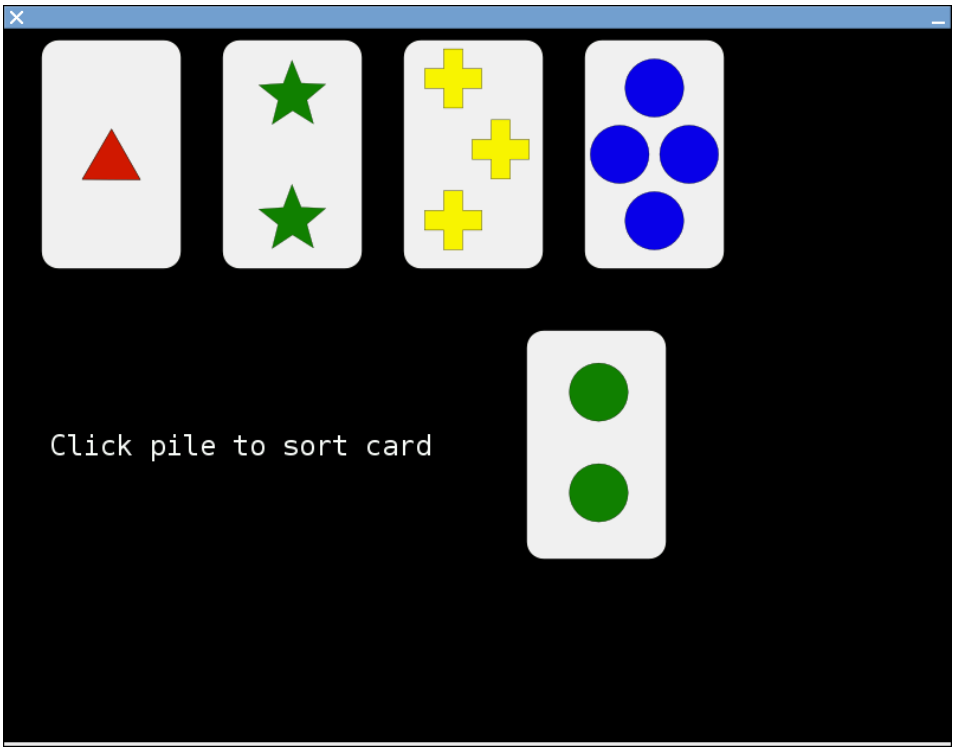


Figura. La prueba de Cartas de Wisconsin en PEBL.

6.5 Análisis estadístico

El análisis de datos se realizó utilizando el Software JASP de la Universidad de Ámsterdam. Para determinar si existían diferencias en el control inhibitorio (CI) o en la Flexibilidad Cognitiva (FC) entre individuos con SPA, en riesgo de SPA y n-SPA, se realizó lo siguiente:

Para comparar los resultados del CI o de la FC entre los tres grupos, se realizó una prueba ANOVA de una vía, para muestras independientes, siempre que los datos cumplieron con los supuestos de normalidad (evaluada mediante la prueba de Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (evaluada con la prueba de Levene). Si los datos no cumplían con estos supuestos, se utilizó la prueba de Kruskal Wallis. En todas las pruebas se estableció un nivel de confianza de 95% para determinar la significancia estadística del resultado.

Para explorar la relación entre los niveles de SPA, de control inhibitorio y de flexibilidad cognitiva, se realizó un análisis de correlación bajo los siguientes criterios.

1. Si las variables fueron normales se usó el coeficiente de Pearson
2. Si no se cumplió con la normalidad, se aplicó el coeficiente de Spearman.

7. Resultados

7.1 Descripción de las población y clasificación en grupos

La población accesible constó de 320 estudiantes de educación básica del nivel secundaria de la Escuela Telesecundaria Federal “Adolfo López Mateos” (CCT: 21DTV0008A), localizada en la junta auxiliar de San Pablo Xochimehuacan, del municipio de Puebla, México, de los cuales 104 completaron el formato de consentimiento informado (ver Anexo A) y cumplieron con los criterios de inclusión para participar en el estudio. El rango de edad de los participantes fue de 12 a 15 años, con un promedio de 13.3 ± 0.87 años.

Nivel de uso problemático del smartphone

Se aplicó el test o la prueba de Escala de adicción a los teléfonos inteligentes – Versión corta (Kwon *et al.,* 2013) y con base en los puntajes registrados (**Tabla 1**) se obtuvieron tres grupos de trabajo, de los cuales 64 estudiantes se clasificaron dentro del grupo control (Grupo n-SPA = 34 hombres y 30 mujeres), 32 personas se identificaron como “en riesgo de SPA” (Grupo en riesgo = 14 hombres y 18 mujeres) y 8 individuos se consideraron “con adicción al teléfono inteligente” (Grupo SPA = 3 hombres y 5 mujeres), de acuerdo con este instrumento.

Tabla 1: Medias y SD obtenidas con base a los puntajes brutos obtenidos por los participantes del estudio después de la aplicación del cuestionario autosuministrado para medir su nivel de adicción a los teléfonos (SAS-SV).

	Resultados de la escala de adicción a los teléfonos - Versión corta (SAS-SV)
	Media ± SD
Grupo n-SPA	16.047 ± 3.124
Grupo en riesgo	25.688 ± 2.833
Grupo SPA	37.375 ± 4.689

Impulsividad

Así mismo, se administró la escala de Impulsividad de Barratt (BIS-11) para medir los niveles de impulsividad en cada uno de los grupos obtenidos; la media y la desviación estándar se presentan en la tabla II. Como se observa, los puntajes de impulsividad de los tres grupos no presentan diferencias significativas (ANOVA de una vía, p=0.239).

Tabla 2: Medias y SD obtenidas con base a los puntajes brutos obtenidos por los participantes del estudio después de la aplicación del cuestionario autosuministrado BIS-11 para medir su nivel de impulsividad.

	Puntaje de la escala de impulsividad (BIS-11)
	Media ± SD
Grupo n-SPA	65.406 ± 10.097
Grupo En riesgo	63.313 ± 9.826
Grupo SPA	70.25 ± 15.627

7.2 La SPA no afecta el control inhibitorio de los adolescentes

Se comparó el puntaje de la escala BIS-11 (ANOVA de una vía, p>0.05) entre todos los grupos conformados, haciendo lo mismo para cada una de las variables respuesta de la prueba Go/No Go (ANOVA o Kruskal-Wallis, p>0.05). Se registró que los puntajes obtenidos por el grupo SPA son ligeramente mayores comparados con el grupo En Riesgo y el grupo n-SPA, si bien no hubo diferencias significativas en ningún parámetro, cabe destacar que en el caso del tiempo de reacción al estímulo *Go* (P) en la primera ronda de la prueba (TR_P1), se observó que el grupo SPA presentó un tiempo más corto (**Tabla 3**), aunque esta diferencia no es significativa.

Tabla 2: Medias y SEM obtenidas por los grupos n-SPA (control), En Riesgo y SPA después de la ejecución de la Prueba Go/No-Go. Valor de p = nivel de significancia obtenido a partir de pruebas ANOVA o Kruskal-Wallis.

Variable	Media ± SEM			*p*
	Grupo n-SPA	Grupo En Riesgo	Grupo SPA	
Correctas	276.96 ± 28.50	274.21 ± 36.58	268.62 ± 27.00	0.56
Precisión Promedio	0.86 ± 0.09	0.85 ± 0.11	0.83 ± 0.08	0.48
Incorrectas	43.30 ± 28.50	46.71 ± 36.58	51.37 ± 27.00	0.56
Error Promedio	0.14 ± 0.11	0.16 ± 0.14	0.16 ± 0.08	0.65
Tiempo de Reacción P1	572.97 ± 138.58	515.91 ± 194.38	485.80 ± 103.12	0.20
Tiempor de Reacción R1	407.75 ± 158.64	355.96 ± 165.16	388.59 ± 76.50	0.32
Tiempo de Reacción P2	283.87 ± 205.07	215.27 ± 203.23	337.82 ± 124.65	0.10
Tiempo de Reacción R2	669.45 ± 178.86	578.49 ± 261.76	588.01 ± 97.44	0.28
Precisión promedio P1	0.91 ± 0.19	0.92 ± 0.15	0.84 ± 0.34	0.29
Precisión promedio R1	0.57 ± 0.19	0.54 ± 0.19	0.64 ± 0.28	0.43
Precisión promedio P2	0.82 ± 0.21	0.78 ± 0.21	0.87 ± 0.10	0.10
Precisión promedio R2	0.88 ± 0.22	0.88 ± 0.18	0.90 ± 0.11	0.28

7.4 Comparaciones intragrupales

Los adolescentes muestran diferentes tiempos de reacción a los estímulos Go y No-Go, según su nivel de adicción a los smartphones

Al comparar los tiempos de reacción entre la primera y la segunda parte de la prueba a nivel intragrupo, se observaron distintos patrones de adaptación en la tarea Go/No-Go. **En el grupo sin adicción (n-SPA),** se encontraron diferencias significativas tanto en los estímulos Go (prueba de Wilcoxon, $p < 0.001$, $Z = -5.029$) como en los No-Go ($p = 0.006$, $z = 2.745$). Cuando los participantes deben responder ante el estímulo Go, tardaron más en responder durante la segunda parte de la prueba en comparación con la primera ronda (estímulo P1 = 572.97 ms; estímulo R2 = 669.46 ms), lo que sugiere un aumento en la demanda cognitiva o en el reconocimiento de controlar o no la emisión de una respuesta tras el cambio de regla. En cambio, en los estímulos No-Go (R1 para la primera ronda y P2 para la segunda) se registró una disminución significativa en los tiempos de reacción (R1 = 407.76 ms, P2 = 283.87 ms; $p = <0.001$, $z = -6.120$), indicando una mejora en la rapidez y eficiencia para inhibir la respuesta, posiblemente como resultado de un proceso de aprendizaje y adaptación a la dinámica de la tarea.

En el grupo en riesgo también se encontraron diferencias significativas en ambas condiciones: los tiempos de reacción aumentaron para los estímulos Go (P1 = 515.92

ms; R2 = 578.49 ms; p = 0.004, z = -5.029), lo que podría reflejar una menor eficiencia del control de la atención o un costo cognitivo ante el cambio de asociación estímulo–respuesta, mientras que en los estímulos No-Go los tiempos de reacción disminuyeron significativamente (R1 = 355.96 ms; P2 = 215.27 ms; p = 0.011, Z = 2.524), lo que sugiere una mejoría en la inhibición conductual probablemente asociada al aprendizaje o a la familiarización con la tarea.

Finalmente, en el grupo con adicción a los smartphones (SPA) se observó un aumento significativo del tiempo de reacción únicamente en la condición Go (P1 = 485.81 ms; R2 = 588.02 ms; p = 0.008, Z = -2.521), evidenciando un incremento en los tiempos de respuesta y probablemente una menor eficiencia cognitiva ante el cambio de regla. En la condición No-Go no se encontraron diferencias significativas (p = 0.641, Z = 0.560), aunque descriptivamente se observó una ligera reducción en los tiempos promedio (R1 = 388.59 ms y P2 = 337.83 ms), lo que indica un desempeño estable sin mejoras sustanciales en la capacidad de inhibición. En conjunto, estos resultados sugieren que los adolescentes del grupo n-SPA y aquellos que se encuentran en el grupo En Riesgo muestran una adaptación más eficiente a los cambios de la tarea, mientras que aquellos pertenecientes al grupo SPA no presentan una mejoría en la capacidad de inhibición de estímulos ante el cambio de regla.

La precisión en la tarea Go/No-Go mejora progresivamente para los estímulos No-Go

En el grupo n-SPA, los análisis de comparación intragrupales mediante la prueba de Wilcoxon mostraron que no hubo diferencias significativas en la precisión de las respuestas ante los estímulos Go (91% y 88% para la primera y para la segunda ronda de la prueba, respectivamente; p = 0.114, Z = 1.585), lo que indica que los participantes mantuvieron un desempeño estable aun tras la inversión de la regla, reflejando consistencia en la ejecución y un adecuado nivel de atención. En contraste, para los estímulos No-Go se observó una diferencia altamente significativa (p < 0.001, Z = -6.120), con un aumento de la precisión del 57% al 82%, evidenciando una mejora sustancial en la inhibición de la respuesta motora a lo largo de la tarea. Esta ganancia sugiere un proceso de aprendizaje y adaptación progresiva a la prueba, mostrando una flexibilidad cognitiva eficiente y un control inhibitorio funcional.

Por su parte, el grupo En Riesgo presentó un comportamiento similar, pues en los estímulos Go se encontró una disminución significativa en la precisión (de 92% a 88% para la primera y para la segunda ronda, respectivamente; $p = 0.034$, $Z = 2.129$). Sin embargo, en los estímulos No-Go la diferencia fue altamente significativa ($p < 0.001$, $Z = -4.586$), con un notable incremento del 54% al 78% en la precisión, mostrando una clara mejora en la capacidad de inhibición posiblemente asociada a la adaptación a la nueva condición y al efecto de aprendizaje.

Finalmente, aunque no se observaron diferencias significativas en la precisión de los estímulos Go en el grupo SPA (precisión a P1 = 84%, precisión a R2 = 90%; $p = 0.063$, $Z = 1.944$), se identificó una tendencia a la mejora en la ejecución, lo que sugiere cierta adaptación a las condiciones cambiantes de la tarea. En cambio, para los estímulos No-Go la diferencia sí fue significativa ($p = 0.039$, $Z = -2.100$), con un aumento en la precisión del 64% al 87%, lo que indica una mejor capacidad para inhibir respuestas inapropiadas tras la inversión de reglas. No obstante, esta mejora podría deberse más a un efecto de práctica o familiarización con la tarea que a un incremento real en la eficiencia del control inhibitorio considerando la estabilidad de los tiempos de reacción obtenidos por este grupo en la segunda mitad de la prueba.

7.5 El nivel de adicción a *smartphones* no afecta a la flexibilidad cognitiva

Al comparar el desempeño entre los tres grupos en la tarea de clasificación de tarjetas de Wisconsin (WCST), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las variables analizadas ($p > 0.05$, **Tabla 4**).

Los puntajes de respuestas correctas y errores totales se mantuvieron similares entre los grupos, lo que indica un rendimiento global comparable en la resolución de la tarea. De igual forma, las respuestas y los errores perseverativos mostraron valores cercanos, sugiriendo que la tendencia a mantener una estrategia incorrecta tras el cambio de criterio fue similar entre los participantes, sin evidencia de rigidez cognitiva asociada al nivel de SPA. Asimismo, el número de intentos para completar la primera categoría y el índice ‘aprendiendo a aprender’ no mostraron diferencias significativas, lo que apunta a una capacidad de aprendizaje y adaptación equivalente entre los grupos. En cuanto al nivel de respuestas conceptuales y las secuencias perseverativas, las medias se

mantuvieron cercanas en todos los grupos de trabajo, sin variaciones que indiquen un deterioro o ventaja cognitiva. En conjunto, estos resultados sugieren que la adicción a los smartphones no afecta de manera significativa la flexibilidad cognitiva en los adolescentes evaluados (**Tabla 4**).

Tabla 3: Medias y SEM obtenidas por los grupos n-SPA (control), en Riesgo y SPA después de la ejecución de la Prueba de Cartas de Wisconsin. Valor de p = nivel de significancia obtenido a partir de pruebas ANOVA o Kruskal Wallis.

Variable	Media			*p*
	Grupo n-SPA	Grupo En Riesgo	Grupo SPA	
Correctas	90.25 ± 8.45	91.66 ± 10.57	92.25 ± 11.61	0.88
Errores	37.75 ± 8.45	36.33 ± 10.57	34.50 ± 12.90	0.80
Resp. perseverativas	49.50 ± 5.80	44.58 ± 7.84	43.125 ± 5.66	0.08
Errores perseverativos	24.33 ± 5.19	21.50 ± 6.82	19.12 ± 4.99	0.16
Errores no perseverativos	13.41 ± 5.61	14.83 ± 5.68	15.375	0.83
Intentos para comp. 1ra cat	20.75 ± 9.73	18.41 ± 11.61	15.37 ± 8.89	0.33
Aprendiendo a aprender	1.236 ± 3.95	1.18 ± 5.61	(-1.001) ± 2.61	0.40
Nivel de respuestas conceptuales	76.08 ± 16.46	79.58 ± 13.62	80.50 ± 16.21	0.90
Secuencias perseverativas	2.73 ± 1.01	1.97 ± 0.86	2.84 ± 1.39	0.12

7.6 Análisis de correlación

Existe una leve relación entre impulsividad y los tiempos de reacción para el estímulo Go en la segunda parte de la prueba

Bajo la premisa de una posible relación entre la impulsividad y los tiempos de reacción se realizó un análisis de correlación de Spearman entre los puntajes de impulsividad registrados con la BIS-11 y los tiempos de reacción en la tarea Go/No-Go (RT_P1, RT_R1, RT_P2 y RT_R2). Se registró que sólo la latencia de respuesta al estímulo R2 (Go) mostró una correlación positiva en la segunda mitad de la prueba (rho = 0.17, p = .039), como posible resultado de que los individuos más impulsivos tienen una mayor dificultad para adaptarse a la inversión de reglas, lo cual se refleja en tiempos de reacción más lentos para la segunda parte de la prueba.

No existe una asociación entre flexibilidad cognitiva y la velocidad de respuesta a los estímulos Go durante la segunda parte de la prueba Go/No-Go

Con el objetivo de examinar la relación entre la flexibilidad cognitiva y el rendimiento en la tarea de control inhibitorio, se llevó a cabo un análisis de correlación de Spearman entre los errores perseverativos (obtenidos en la prueba WCST) y el tiempo de reacción al estímulo *Go* en la segunda parte de la prueba Go/No-Go (TR_R2), correspondiente a la fase en la que se invierte la regla de respuesta. Los resultados no mostraron una correlación significativa entre ambas variables ($\rho = –0.055$, $p = 0.711$), lo que indica que no existe una asociación clara entre la flexibilidad cognitiva y la velocidad de respuesta durante la fase de cambio de regla.

La impulsividad no se relaciona con las diferencias en el aprendizaje

También se llevó a cabo un análisis de correlación de Spearman entre la variable *Learning to Learn* (LL) y la puntuación total de la BIS-11, con el objetivo de explorar la posible relación entre la impulsividad y el aprendizaje a lo largo de la prueba. Los resultados no mostraron una correlación significativa entre ambas ($p = 0.186$, $\rho = 0.089$), lo que sugiere que el nivel de impulsividad no se asocia de manera directa con la capacidad de aprendizaje medida en la prueba de flexibilidad cognitiva.

El aprendizaje a lo largo de la prueba WCST y el rendimiento en el control inhibitorio en adolescentes no están vinculados

Con el propósito de analizar la relación entre el aprendizaje y el rendimiento en el control inhibitorio, se efectuó un análisis de correlación de Spearman entre la LL y las precisiones obtenidas para cada tipo de estímulo de la tarea Go/No-Go (P1, R1, P2 y R2). Los resultados mostraron ausencia de correlaciones significativas en todas las condiciones: P1 ($p = 0.215$, $\rho = 0.078$), R1 ($p = 0.591$, $\rho = –0.023$), P2 ($p = 0.886$, $\rho = –0.119$) y R2 ($p = 0.525$, $\rho = –0.006$). Estos hallazgos sugieren que el aprendizaje progresivo medido por la WCST no se asocia con la precisión de las respuestas en las distintas fases del control inhibitorio evaluado mediante la prueba Go/No-Go.

El aprendizaje en la tarea de flexibilidad cognitiva no se asocia con los tiempos de reacción en la tarea de control inhibitorio

Con el fin de explorar la relación entre el aprendizaje a lo largo de la tarea WCST y la velocidad de procesamiento (latencia de respuesta) durante la ejecución de la tarea de control inhibitorio se realizó un análisis de correlación de Spearman entre la variable *Learning to Learn* y los tiempos de reacción correspondientes a cada tipo de estímulo de la tarea Go/No-Go (P1, R1, P2 y R2). Los resultados no mostraron correlaciones significativas en ninguna de las condiciones analizadas: P1 ($p = 0.753$, $\rho = –0.068$), R1 ($p = 0.441$, $\rho = 0.015$), P2 ($p = 0.886$, $\rho = –0.119$) y R2 ($p = 0.525$, $\rho = –0.006$). Estos hallazgos indican que la capacidad de aprendizaje reflejada por la WCST no guarda relación con la rapidez de respuesta en las distintas fases del control inhibitorio evaluado mediante la prueba Go/No-Go.

7.7 Ajuste por tamaño de muestra y comparaciones intergrupos

Cuando se conformaron los grupos de trabajo, después de la aplicación de la escala SAS-SV, se asignaron 64 adolescentes dentro del grupo n-SPA, 32 en el grupo En Riesgo y sólo 8 en el grupo SPA. Los análisis estadísticos previos se realizaron utilizando estos conjuntos de valores. Debido al posible efecto negativo a causa de las diferencias en el tamaño de la muestra de cada grupo y para asegurar una comparación más equilibrada, se realizó un “rasurado de datos” seleccionando de forma aleatoria a 12 participantes del grupo sin adicción (n-SPA), 12 del grupo En Riesgo y los 8 pertenecientes al grupo con adicción (SPA). Posteriormente, los datos fueron sometidos a pruebas de normalidad (Shapiro–Wilk) y homocedasticidad (Levene) con el propósito de verificar los supuestos estadísticos previos al análisis comparativo. Dependiendo del cumplimiento de estos supuestos, se aplicaron pruebas ANOVA para variables con distribución normal y varianzas homogéneas, o Kruskal–Wallis en los casos donde no se cumplieron dichos criterios.

Los adolescentes con diferentes niveles de uso problemático de smartphones no presentan diferencias significativas en el control inhibitorio

Posteriormente se realizó la comparación de los puntajes obtenidos en la BIS-11 y en las variables derivadas de la prueba *Go/No-Go* entre los tres grupos de adolescentes: sin adicción (n-SPA), en riesgo y con adicción (SPA). Los resultados mostraron que el grupo con adicción a los *smartphones* obtuvo un puntaje ligeramente mayor en la BIS-11, indicando una tendencia hacia una mayor impulsividad ($p > 0.05$).

En cuanto a las medidas de desempeño en la tarea *Go/No-Go*, se observó un número de respuestas incorrectas ligeramente superior en los grupos n-SPA y SPA, así como tiempos de reacción ligeramente menores en los estímulos P1 y R2 para el grupo con adicción. Sin embargo, ninguna de estas diferencias alcanzó significancia estadística tras el ajuste en el tamaño muestral (**Tabla 5**).

Tabla 4: Medias y SEM obtenidas por los grupos n-SPA (control), En Riesgo y SPA después del ajuste de tamaño de muestra y de la ejecución de la prueba Go/No-Go. Valor de p = nivel de significancia obtenido a partir de pruebas ANOVA o Kruskal-Wallis.

Variable	Media ± SEM			*p*
	Grupo n-SPA	Grupo En Riesgo	Grupo SPA	
BIS-11	64 ± 6.20	63.08 ± 13.46	70.25 ± 15.62	0.48
Correctas	272.5 ± 36.43	281.75 ± 30.63	268.62 ± 27.00	0.45
Precisión Promedio	0.85 ± 0.11	0.88 ± 0.96	0.83 ± 0.008	0.45
Incorrectas	47.50 ± 36.43	38.25 ± 30.63	51.37 ± 27.00	0.45
Error Promedio	0.14 ± 0.11	0.11 ± 0.09	0.16 ± 0.08	0.44
Tiempo de Reacción P1	561.20 ± 156.72	563.16 ± 128.04	485.80 ± 103.12	0.31
Tiempor de Reacción R1	421.46 ± 150.09	415.63 ± 158.87	388.59 ± 76.50	0.87
Tiempo de Reacción P2	267.20 ± 276.53	281.04 ± 230.12	337.82 ± 124.65	0.71
Tiempo de Reacción R2	673.98 ± 172.25	616.33 ± 223.97	588.01 ± 97.44	0.45
Precisión promedio P1	0.97 ± 0.02	0.97 ± 0.03	0.97 ±0.03	0.63
Precisión promedio R1	0.53 ± 0.15	0.53 ± 0.21	0.50 ± 0.18	0.94
Precisión promedio P2	0.74 ± 0.92	0.83 ± 0.96	0.77 ± 0.75	0.30
Precisión promedio R2	0.92 ± 0.10	0.96 ± 0.05	0.75 ± 0.32	0.18

La adicción a los smartphones no afecta la flexibilidad cognitiva de los adolescentes

Se compararon las puntuaciones obtenidas en la prueba de Wisconsin entre los tres grupos y los resultados indican que el grupo SPA obtuvo un número ligeramente mayor de respuestas correctas y un menor número de errores totales en comparación con los demás grupos (**Tabla 5**), aunque estas diferencias no fueron significativas. Asimismo,

este grupo de adolescentes presentó menos errores perseverativos y no perseverativos, así como un número reducido de intentos para completar la primera categoría, pero sin relevancia estadística por lo cual se descarta que refleje una leve ventaja en la eficiencia cognitiva. En general, todas estas comparaciones reflejan que el abuso de los smartphones no tiene un impacto claro en la flexibilidad cognitiva evaluada mediante la WCST (**Tabla 6**)

Tabla 5: Medias y SEM obtenidas por los grupos n-SPA (control), En Riesgo y SPA después del ajuste de tamaño de muestra y de la ejecución de la Prueba de Cartas de Wisconsin. Valor de p = nivel de significancia obtenido a partir de pruebas ANOVA o Kruskal-Wallis

Variable	Media			*p*
	Grupo n-SPA	Grupo En Riesgo	Grupo SPA	
Correctas	90.25 ± 8.45	91.66 ± 10.57	92.25 ± 11.61	0.88
Errores	37.75 ± 8.45	36.33 ± 10.57	34.50 ± 12.90	0.80
Resp. perseverativas	49.50 ± 5.80	44.58 ± 7.84	43.125 ± 5.66	0.08
Errores perseverativos	24.33 ± 5.19	21.50 ± 6.82	19.12 ± 4.99	0.16
Errores no perseverativos	13.41 ± 5.61	14.83 ± 5.68	15.375	0.83
Intentos para comp. 1ra cat	20.75 ± 9.73	18.41 ± 11.61	15.37 ± 8.89	0.33
Aprendiendo a aprender	1.236 ± 3.95	1.18 ± 5.61	(-1.001) ± 2.61	0.40
Nivel de respuestas conceptuales	76.08 ± 16.46	79.58 ± 13.62	80.50 ± 16.21	0.90
Secuencias perseverativas	2.73 ± 1.01	1.97 ± 0.86	2.84 ± 1.39	0.12

Los adolescentes con adicción a smartphones muestran un patrón diferenciado en los tiempos de reacción durante la prueba Go/No-Go

Se realizó una comparación intragrupal de los tiempos de reacción (TR), mediante la prueba de Wilcoxon en los tres grupos conformados tras el rasurado de datos. En el grupo sin adicción no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las condiciones (Go: $p = 0.129$, $z = –1.569$; No-Go: $p = 0.092$, $z = 1.726$), aunque se observó una tendencia al aumento en los tiempos de reacción a los estímulos Go (tabla NN) y una reducción en la respuesta a los No-Go, lo que podría indicar una mejora en la inhibición de respuestas.

De manera similar, en el grupo en riesgo, las diferencias tampoco alcanzaron significancia estadística (Go: $p = 0.064$, $z = –1.883$; No-Go: $p = 0.176$, $z = 1.412$), aunque se mantuvo un patrón comparable: incremento en los tiempos Go (**Tabla 6**) y disminución en los No-Go.

Por el contrario, en el grupo con adicción sí se observó una diferencia significativa pero únicamente en el tiempo de respuesta al estímulo Go ($p = 0.008$, $z = –2.521$), con un aumento notable en los tiempos de reacción (P1 = 485.81 ms; R2 = 588.02 ms), lo que sugiere un mayor costo cognitivo tras el cambio de regla. Sin embargo, en el tiempo de respuesta para los estímulos No-Go no se registraron diferencias significativas ($p = 0.641$, $z = 0.560$). Estos resultados indican que, aunque todos los grupos muestran un patrón general de adaptación a la tarea, los adolescentes con adicción presentan una mayor dificultad para mantener una velocidad de respuesta constante ante la inversión de la regla.

Los adolescentes con SPA muestran una menor precisión ante la inversión de la regla en la prueba Go/No-Go

También se comparó la precisión de respuesta entre las dos partes de la tarea Go/No-Go mediante la prueba de Wilcoxon para cada grupo conformado, tras el rasurado de datos. En el grupo sin adicción no se encontraron diferencias significativas en la precisión de las respuestas a los estímulos Go ($p = 0.142$, $z = 1.511$; P1 = 97%; R2 = 92%), aunque se observó una ligera disminución tras el cambio de regla. En contraste, cuando se hizo este análisis para los estímulos No-Go se halló un aumento significativo en la precisión (R1 = 53%; P2 = 74%, $p = 0.012$, $z = –2.432$), lo que indica una mejoría en la capacidad de supresión de la respuesta motora conforme avanzó la tarea.

En el grupo en riesgo tampoco se observaron diferencias significativas en la precisión de las respuestas a los estímulos Go ($p = 0.298$, $z = 1.172$), manteniendo el mismo nivel de desempeño. Sin embargo, en los estímulos No-Go sí se encontró un aumento notable y significativo (R1 = 53%; P2 = 83%; $p < 0.001$, $z = –3.059$) de la precisión, lo que sugiere una mejora en el control inhibitorio tras la ejecución de la primera parte de la tarea.

Por último, en el grupo SPA se observó una tendencia a la disminución en la precisión de la respuesta a los estímulos Go ($p = 0.063$, $z = –2.100$), pasando de un 97% a un 81%. En cambio, para los estímulos No-Go se registró una diferencia significativa con un aumento en la precisión (R1 = 50%; P2 = 77%; $p = 0.039$, $z = –2.100$), indicando una mejora en la inhibición de respuestas automáticas.

En conjunto, los resultados sugieren que todos los grupos lograron cierto grado de adaptación a la tarea, aunque los adolescentes con adicción a los teléfonos inteligentes mostraron una reducción más evidente en la precisión de sus respuestas a los estímulos Go, lo que podría asociarse con una menor eficiencia en el control atencional.

8. Discusión

Los hallazgos del presente estudio demuestran que el nivel de SPA no ejerce un impacto estadísticamente significativo sobre el CI o la FC en la muestra de adolescentes evaluada mediante la metodología empleada. Los resultados obtenidos podrían sugerir que el CI se mantiene funcionalmente preservado lo que podría indicar que los participantes categorizados en el grupo SPA se encuentran en una fase inicial donde las alteraciones neuropsicológicas son aún sutiles o no generalizadas, en coincidencia con lo encontrado por Tauste *et al.,* (2025) que tampoco reportaron déficits globales en tareas de CI en adolescentes con uso excesivo de dispositivos. No obstante, la tendencia a responder con mayor rapidez por parte del grupo SPA frente a los estímulos Go podría interpretarse como un indicio de que el CI puede ser dependiente del contexto (reactividad a pistas) en concordancia a Gao *et al.,* (2020) y no necesariamente una desregulación global de la red CEN (Menon, 2015).

Pese a que los participantes clasificados en el grupo SPA presentaron puntuaciones ligeramente superiores en la BIS-11 y un tiempo de respuesta más breve en la primera fase de la prueba Go/No, no se observaron diferencias estadísticamente significativas, al igual que para los errores de comisión u omisión frente al grupo n-SPA o en riesgo. Este patrón indica que en esta muestra de adolescentes el CI se mantiene relativamente intacto, lo que sugiere que en estos individuos la SPA probablemente se encuentra en una fase inicial por lo que hay una manifestación sutil de alteración en el CI y no un déficit o una desregulación general de esta función. Este resultado coincide con estudios previos que no hallaron diferencias en tareas de inhibición en usuarios con uso problemático de smartphones o adolescentes con uso excesivo (Tauste *et al.,* 2025); por otro lado, trabajos con diseños más específicos muestran que las alteraciones en el CI pueden emerger únicamente en un contexto relacionado con el teléfono móvil (es decir,

en reactividad a pistas asociadas con el estímulo recompensante) en lugar de contextos o tareas cotidianas donde se requiere el uso del control inhibitorio (Gao *et al.,* 2020). Esto podría sugerir que el CI puede estar comprometido de modo contextualizado más que de forma global en individuos con uso problemático de los teléfonos inteligentes. En esta línea, la literatura reciente advierte que las evidencias sobre las alteraciones en el control inhibitorio en las adicciones conductuales son mixtas. En consecuencia, nuestro hallazgo de que el número de errores no difiere, pero si la latencia a la respuesta a los estímulos Go en el grupo SPA podría interpretarse como un indicio temprano de la alteración del control inhibitorio.

Es vital mencionar que la adolescencia representa una ventana crítica en la maduración de múltiples áreas cerebrales, incluyendo la PFC, lo que genera un desbalance funcional que favorece respuestas motoras rápidas. Bajo este marco teórico, los hallazgos del presente estudio sugieren un escenario en el que, si bien la Red Ejecutiva Central (CEN) podría manejar adecuadamente las demandas cognitivas de la tarea, la regulación de la velocidad de respuesta se ve comprometida por una interferencia proactiva del sistema de recompensa dopaminérgico mesolímbico. Esta tendencia hacia la activación rápida no es aislada, se sustenta en el rol modulador del NAcc sobre el aprendizaje de recompensas y en la función de monitoreo de la OFC. Como reportan Chun et al. (2018), la disminución en la conectividad funcional de los circuitos OFC-NAcc y OFC-MCC representa la base neurobiológica de la falla en el control ejecutivo 'Top-down', explicando por qué los impulsos motores dominan sobre la regulación cognitiva en adolescentes con SPA.

El análisis de los tiempos de reacción obtenidos demuestra que los adolescentes sin SPA y aquellos del grupo “En riesgo” presentan una leve mejoría adaptativa frente al cambio de regla en la prueba, requiriendo mayor tiempo para responder a los estímulos Go en la segunda parte de la regla, y una disminución de los tiempos de reacción para los estímulos No-Go lo que podría demostrar aprendizaje y un buen control ejecutivo. En cambio, para el grupo SPA sólo se encontraron discretos aumentos en los tiempos de reacción al estímulo Go, pero no se observó una mejora significativa en la condición No-

Go, lo que sugiere que, aunque la ejecución básica de la tarea está conservada, no se adquiere una estrategia de inhibición más eficiente. Estos hallazgos concuerdan con el resultado anterior y parcialmente con la literatura, que plantea que individuos con uso problemático de teléfonos inteligentes podrían presentar déficits en la capacidad de inhibición bajo condiciones específicas (estímulos relacionados al smartphone) más que presentar deficiencias generales en el control inhibitorio (Gao *et al.,* 2020), y que estas alteraciones tempranas en la flexibilidad cognitiva e inhibición pueden depender de la severidad del uso abusivo del dispositivo (Anton-Pastrana *et al.,* 2023). De igual forma, esta ausencia de mejora en el grupo SPA en la condición No-Go, comparada con los otros dos grupos, podría interpretarse como una alteración temprana del CI, vinculado posiblemente a una menor eficiencia en la red CEN (PFC) y en la red SN (ínsula/ACC). Considerando lo anterior, los tiempos de reacción más elevados en respuesta a los estímulos Go podrían reflejar, en los tres grupos de personas, una mayor carga cognitiva para implementar la inversión de regla, y la ausencia de mejora frente a los estímulos No-Go para el grupo con SPA, señala una menor capacidad de automatizar la inhibición ante la nueva regla.

En cuanto a la precisión de las respuestas emitidas en la prueba de control inhibitorio, los resultados mostraron una mejora significativa para los ensayos No-Go en los tres grupos. Sin embargo, el patrón de aprendizaje difirió entre los grupos. En el grupo n-SPA, la mejora para los estímulos No-Go y la estabilidad de la precisión para los estímulos Go sugieren un aprendizaje adaptativo, en el que los participantes ajustan progresivamente su ejecución gracias a un control inhibitorio eficiente y una adecuada monitorización de conflictos por parte de la vlPFC. Esto coincide con lo observado en adolescentes sin uso problemático del smartphone, quienes suelen mostrar integridad en las funciones inhibitorias y activación adecuada del ACC en la tarea Go/No-Go (Gao *et al.,* 2020). Por otro lado, en el grupo en riesgo se identificó un incremento pronunciado en la precisión No-Go, acompañado de una disminución significativa en la precisión Go. Este patrón podría sugerir una estrategia compensatoria, en la que los participantes priorizan la inhibición de la respuesta incluso a costa de una menor precisión en la emisión de respuestas automáticas. Esto se encuentra en concordancia con los

hallazgos de estudios previos, que señalan que individuos con mayor impulsividad pueden mejorar su control inhibitorio con la práctica, aunque ello implique una mayor demanda cognitiva y un desempeño menos estable en otros componentes de la tarea (Hartanto *et al.,* 2023). Contrastando, el grupo SPA mostró mejoras en la precisión No-Go, aunque sin cambios en los tiempos de reacción. Esto indica que la mejora podría deberse principalmente a la familiarización con la tarea y no a un incremento en la eficiencia del control inhibitorio, por lo que podemos especular que la actividad de la red SN aún no está comprometida o bien su nivel de alteración aún no es detectable por la prueba Go/No Go. Evidencia de investigaciones neuro-funcionales ha mostrado que la SPA se asocia con alteraciones de la red SN, responsable de detectar cambios relevantes en las tareas (Menon *&* Uddin, 2010; Ahn *et al.,* 2021).

En conjunto, estos resultados podrían sugerir que la calidad del aprendizaje inhibitorio a lo largo de la tarea Go/No-Go difiere según el nivel de SPA en los adolescentes: los adolescentes sin SPA muestran un aprendizaje flexible y eficiente, el grupo en riesgo requiere un esfuerzo compensatorio para mantener la eficiencia de sus respuestas y los adolescentes con SPA muestran una mejora aparente pero no funcional, es decir, su progreso se limita a la práctica y familiarización con la tarea.

Pasando a los resultados obtenidos en la prueba para evaluar flexibilidad cognitiva, no se observaron diferencias significativas entre los tres niveles de uso del smartphone en ninguna de las variables medidas, lo que sugiere que esta función ejecutiva se mantiene preservada independientemente del nivel de adicción al smartphone.

El rendimiento similar en el número de aciertos, errores totales y errores perseverativos indica que los adolescentes, incluyendo a aquellos con uso problemático de los teléfonos inteligentes, fueron capaces de ajustar su conducta a lo largo de la prueba. Este patrón coincide con propuestas recientes que señalan que la flexibilidad cognitiva es un proceso relativamente robusto durante la adolescencia, sostenido por la maduración progresiva de redes frontoparietales las cuales pueden resistir los efectos sutiles del uso excesivo de teléfonos (Ghodratitoostani *et al.,* 2024). Además, estudios

de modelamiento computacional han mostrado que la WCST captura principalmente procesos de cambio de categoría basados en aprendizaje por retroalimentación, los cuales pueden mantenerse estables incluso en poblaciones con dificultades en otros dominios ejecutivos (Solís-Vivanco *et al.,* 2020).

Asimismo, la ausencia de diferencias en indicadores como el número de categorías completadas, el número de intentos para completar la primera categoría o el índice Learning-to-Learn, sugiere que la capacidad para detectar irregularidades y ajustar estrategias no está comprometida en los adolescentes incluso si cumplen con los criterios de SPA. Esta estabilidad coincide con hallazgos previos en poblaciones de jóvenes de 15 a 18 años, donde la adicción al smartphone no ha mostrado asociaciones consistentes con alteraciones, memoria operativa o procesos de razonamiento abstracto (Esquivel-Gámez *et al.,* 2024).

En conjunto, nuestros resultados aportan evidencia en contra de un impacto inmediato o directo del uso problemático del smartphone sobre la flexibilidad cognitiva en los adolescentes. A diferencia de otras funciones ejecutivas más sensibles al SPA, como el control inhibitorio (Gao *et al.,* 2020, Anton-Pastrana *et al.,* 2023., Mendez *et al.,* 2024), la flexibilidad cognitiva podría requerir demandas mayores impuestas por otro tipo de tareas o condiciones experimentales más rigurosas para manifestar diferencias entre grupos. Esta interpretación se alinea con planteamientos recientes que destacan la necesidad de utilizar paradigmas más sensibles para la evaluación de funciones ejecutivas, para detectar déficits sutiles en poblaciones con uso excesivo de dispositivos digitales (Steinmetz *et al.,* 2024, Tauste-Garcia *et al.,* 2025). Otra posible razón de la ausencia de alteraciones en la FC que encontramos podría ser que el uso abusivo de los smartphones requiere de un tiempo relativamente largo para generar afectaciones medibles/cuantificables en esta función ejecutiva (Hadar *et al.,* 2017; Wilmer *et al.,* 2017), o incluso en las EFs superiores, como la planeación, el razonamiento, la resolución de problemas o incluso la inteligencia fluida, las cuales han demostrado ser más resilientes o requerir niveles más severos de dependencia para mostrar deterioro significativo (Zaheer & Khan, 2023; Hartanto & Yang, 2016).

Respecto al hallazgo de que los participantes más impulsivos respondieron con mayor latencia al estímulo Go en la segunda mitad de la prueba podría sugerir que la impulsividad no solo se refleja en errores, sino también en la capacidad de los individuos para adaptarse a nuevas condiciones de la tarea, posiblemente como resultado de un mayor esfuerzo cognitivo para ajustar su rendimiento a los cambios de regla. Esta relación puede interpretarse como que los adolescentes con mayor impulsividad requieren un mayor reclutamiento de la PFC y de la red CEN para contrarrestar su tendencia natural a responder rápidamente, lo cual coincide con los aportes de Yuan et al. (2015) en dónde se destaca que la adolescencia es un periodo caracterizado por la reorganización y la maduración de los circuitos neuronales, así como de cambios en la conectividad de múltiples regiones cerebrales estrechamente relacionadas con el desarrollo de las funciones ejecutivas, enfatizando la maduración del sistema dopaminérgico y las respuestas de los receptores D1 y D2 en el NAcc, lo que resulta en decrementos en la interacción sináptica entre esta región y la PFC, regiones críticas para la regulación emocional, y el control de los impulsos. Estudios previos apoyan esta idea, considerando que un nivel mayor de impulsividad ha sido asociado a reducciones en la activación de regiones prefrontales durante la inhibición (Rubia *et al.,* 2001; Chun *et al.,* 2018), lo cual también podría dar pie a especular que otros factores no considerados como disminución de la motivación y de la fatiga también pudieron haber influido en los tiempos de reacción presentados en la prueba.

El análisis correlacional entre los errores perseverativos del WCST y la latencia de respuesta al estímulo Go en la segunda mitad de la prueba indicaron que no existe una relación significativa entre ambos procesos. Este resultado sugiere que la flexibilidad cognitiva, particularmente la capacidad para cambiar de estrategia con base en la retroalimentación negativa, no se asocia directamente con la rapidez con la que un participante ajusta sus respuestas ante un cambio de regla en un contexto de inhibición de estímulos. Esta ausencia de asociación es consistente con la evidencia reciente que señala que el *set-shifting* (el cambio de una categoría a otra) y el CI representan componentes diferentes del funcionamiento ejecutivo, con bases neurales distintas

(Miyake & Friedman, 2012; Schuirmann *et al.,* 2022). Mientras que la flexibilidad cognitiva depende de procesos mediados por la dlPFC, la adaptación rápida ante estímulos Go tras la inversión de la regla parece apoyarse más en mecanismos automáticos de control motor e inhibición reactiva mediados por la ACC (Wessel & Aron, 2017; Ocklenburg *et al.,* 2023).

Además, estudios recientes han demostrado que la WCST captura principalmente procesos de aprendizaje guiado por retroalimentación y no necesariamente la eficiencia inhibitoria (Šmíra *et al.,* 2022). Esto ayuda a explicar por qué los participantes que mostraron más errores perseverativos no necesariamente presentaron una mayor latencia en la segunda parte de la tarea Go/No-Go frente a los estímulos Go.

Estos resultados, respaldan en conjunto la noción de que la FC y el CI son funciones ejecutivas relacionadas, pero no interdependientes, lo que podría sugerir que las dificultades en uno de estos dominios no implican necesariamente déficits en el otro. Esto aporta información valiosa para el estudio de SPA, puesto que implica que la presencia de alteraciones en la inhibición no se traduce de forma automática en un deterioro tangible en la flexibilidad cognitiva.

Los análisis realizados para explorar la relación entre el aprendizaje progresivo medido por la variable *Learning to Learn* (LL) de la WCST y distintos indicadores de CI no mostraron asociaciones significativas. En primer lugar, la ausencia de correlación entre el puntaje de la escala de impulsividad y LL indica que la capacidad de los adolescentes de ajustar estrategias a lo largo de una tarea basada en retroalimentación opera de manera relativamente independiente de los niveles de impulsividad. Esto es coherente con evidencia que sugiere que LL depende principalmente de mecanismos de aprendizaje conceptual y de actualización de reglas mediados por la dlPFC, mientras que la impulsividad se asocia más estrechamente con alteraciones en circuitos orbitofrontales y el sistema de la recompensa (Anton-Pastrana et al. 2023).

Asimismo, tampoco se observaron correlaciones entre LL y la precisión obtenida en las distintas fases de la tarea Go/No-Go. Dado que el desempeño en esta última depende en mayor medida de procesos de CI, monitorización de conflictos y saliencia regulados por el ACC y la red CEN (Menon, 2011; Zhang *et al.,* 2022), estos resultados refuerzan la idea de que el aprendizaje conceptual que refleja la variable LL no necesariamente contribuye a mejorar la supresión de respuestas automáticas ni la estabilidad en la emisión de respuestas frente a los estímulos Go. En este sentido, tanto el CI como la FC refuerzan la idea de representar dominios parcialmente independientes dentro del funcionamiento ejecutivo.

Por otro lado, aun después de realizar el ajuste del tamaño de muestra, procedimiento mediante el cual se redujo la cantidad de participantes en cada uno de los grupos con el fin de garantizar la calidad y homogeneidad del conjunto de datos, los análisis estadísticos no mostraron diferencias significativas adicionales ni un cambio sustantivo en los patrones previamente observados. Dado que los resultados ajustados replican esencialmente las tendencias del análisis original, mantenemos la misma interpretación de los hallazgos. Es importante señalar que este "ajuste" de datos, aunque metodológicamente justificado para asegurar la validez interna, también reduce el tamaño muestral efectivo y, por tanto, puede perjudicar el poder estadístico para detectar efectos pequeños (Cohen, 1992). En consecuencia, la ausencia de cambios estadísticos tras el ajuste sugiere que las conclusiones iniciales son robustas, pero también subraya la necesidad de interpretar cuidadosamente tanto los resultados significativos como los no significativos debido a esta posible disminución de poder.

Nuevamente es importante enfatizar la interpretación cautelosa de los datos obtenidos. Así mismo se debe considerar que el diseño utilizado en este trabajo impide inferir efecto o causalidad en los fenómenos evaluados. En segundo lugar, la versión usada de la tarea para evaluar el CI (la versión clásica de la tarea Go/No-Go) pudo no ser lo suficientemente aguda para detectar alteraciones sutiles en el CI ya que no incluyó estímulos relacionados con los *smartphones*, lo cual de acuerdo con ciertos autores, puede reducir su capacidad para detectar una disfunción contextualizada de la inhibición

como lo han mostrado los estudios de “reactividad a pistas” en adicciones digitales, como el trabajo de Gao *et al.,* (2020). Un punto importante de mencionar es que trabajos como el de Zelazo *et al*., (2012) disocian a las funciones ejecutivas, caracterizándolas en “aspectos fríos” (*cold EF*) y “aspectos calientes” (*hot EF*). Esta perspectiva contempla dos dominios de las funciones ejecutivas, el primero involucra entornos sociales y afectivos que generan algún tipo de motivación y emoción, mientras que el segundo involucra aspectos que son puramente cognitivos y requieren solucionar problemas descontextualizados o abstractos. De acuerdo con esto, suponemos que las desregulaciones significativas asociadas a la SPA deben presentarse en el componente *hot* de las funciones ejecutivas, esto refuerza la idea de utilizar otras pruebas neuropsicológicas que evalúen con mayor amplitud estos aspectos calientes o bien que estas variables emocionales y afectivas sean consideradas en futuras investigaciones. Este punto de vista ayuda a explicar nuestros hallazgos, inclinando la balanza hacia la interpretación de que las pruebas seleccionadas en este proyecto evalúan variables del dominio “frío” y que por ende no se pudo observar desregulaciones sustanciales o directas.

Otro punto es que debe ser considerado es la postura de otros autores que señalan que, en las adicciones conductuales, los déficits en la flexibilidad cognitiva emergen con mayor claridad cuando se emplean tareas con estímulos más específicos y con una demanda cognitiva mayor, y que, a su vez, esto sea contrastado mediante técnicas neurofisiológicas o de neuroimagen (Gao *et al.,* 2020; Anton-Pastrana *et al.,* 2023). No obstante, es importante, reconocer las limitaciones metodológicas que matizan el alcance de estas conclusiones. El diseño transversal del estudio impide establecer relaciones de causalidad directa entre el uso del teléfono y el desempeño cognitivo. Asimismo, el tamaño muestral reducido en el grupo con adicción, incluso tras el ajuste estadístico, limita la potencia para detectar efectos de tamaño pequeño. De igual forma, el uso de tareas neuropsicológicas con estímulos neutros (figuras geométricas) en lugar de estímulos asociados a la adicción podría haber causado una subestimación en el grado real de interferencia cognitiva que los adolescentes experimentan en su vida cotidiana (reactividad a pistas). Estos resultados podrían tener implicaciones relevantes

para el campo de la neuropsicología educativa y la salud pública, sugiriendo que las intervenciones en la adolescencia deben enfocarse en el fortalecimiento de estrategias de autorregulación y manejo atencional antes de que se consoliden patrones neuroadaptativos disfuncionales.

9. Conclusión

Con el presente estudio, no se detectaron diferencias en la impulsividad, en el control inhibitorio o en la flexibilidad cognitiva entre los adolescentes con SPA, pero si se encontraron patrones diferenciados de aprendizaje inhibitorio que sugieren un déficit contextualizado y adaptativo, consistente con el modelo *hot/cold* de las FE.

10. Perspectivas a futuro

- Se recomienda que futuras líneas de investigación adopten diseños longitudinales e incorporen paradigmas experimentales con validez ecológica como el análisis de metadatos de uso real del dispositivo (tiempo en pantalla, frecuencia de desbloqueo y categorías de aplicaciones más usadas).
- Evaluar la SPA contemplando más variables demográficas (nivel socioeconómico, edad de primer acceso al dispositivo, educación de los padres) debido al posible efecto modulador en el desarrollo de la adicción.
- Evaluar la SPA mediante baterías neuropsicológicas que incluyan estímulos específicos como el empleo de paradigmas de reactividad a pistas (como el del Gao y cols.,2020) utilizando imágenes de redes sociales o sonidos de notificación como distractores, empleando criterios y puntuaciones de corte que cuenten con validación en muestras clínicas y que cubran los criterios propuestos por sistemas internacionales de diagnóstico.
- Evaluar la adicción a los teléfonos mediante pruebas neuropsicológicas que contemplen los aspectos calientes y fríos de las funciones ejecutivas como la *Iowa Gambling Task*, *Delay Discounting Task*, modificaciones de la prueba Go/No-Go (Tauste *et al.,* 2023).

11. Referencias

Andrews-Hanna, J. R., Reidler, J. S., Sepulcre, J., Washburn, R., & Buckner, R. L. (2010). Functional-anatomic fractions of the default network during thinking about the future and personal form. Neuron, 65(4), 550–562. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2010.02.005

Ahn, H. M., Kim, J., & Kim, H. J. (2021). Altered resting-state functional connectivity of the salience network in individuals with smartphone addiction. Frontiers in Psychiatry, 12, 753173. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.753173

Antón-Pastrana, N., Méndez, I., & Cuadrado-Gordillo, I. (2023). Neurophysiological and behavioral correlates of cognitive flexibility in adolescents with problematic smartphone use: An ERP study. *Journal of Behavioral Addictions*, *12*(4), 1018–1033. https://doi.org/10.1556/2006.2023.00067

Asociación Médica Mundial. (2024). *Declaración de Helsinki de la AMM – Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. https://www.wma.net/es/que-hacemos/etica-medica/declaracion-de-helsinki/

Baddeley, A. D. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, *63*, 1–29. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422

Barkley, R. A. (2012). *Executive functions: What they are, how they work, and why they evolved*. Guilford Press.

Chen, H., Dong, G., Li, K., Zhou, H., & Meng, S. (2023). Overview on brain function enhancement of Internet addicts through exercise intervention: Based on reward-execution-decision cycle. Frontiers in Psychiatry, 14, 1094583. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2023.1094583

Craig, A. D. (2002). How do you feel? Interoception: the sense of the physiological condition of the body. Nature Reviews Neuroscience, 3(8), 655–666. https://doi.org/10.1038/nrn894

Craig, A. D. (2009). How do you feel - now? The anterior insula and human awareness. Nature Reviews Neuroscience, 10(1), 59–70. https://doi.org/10.1038/nrn2555

Chun, J. W., Choi, J., Kim, J. Y., Cho, H., Ahn, K. J., Choi, J. S., & Kim, D. J. (2018). Role of frontostriatal connectivity in adolescents with excessive smartphone use. *Frontiers in Psychiatry*, *9*, 437. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2018.00437

Diamond A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, *64*, 135–168. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750

Escalera-Chávez, M. E., Moreno-García, E., & Rojas-Kramer, C. A. (2020). Confirmatory Factor Analysis of the Smartphone Addiction Scale (SAS-SV) in Mexican University Students. Education Research International, 2020, 1–10. https://doi.org/10.1155/2020/8871121

Esquivel Gámez, Ismael, Guerrero Posadas, Martín, & Berthely Barrios, Julio Cesar. (2024). Adicción al teléfono inteligente, inteligencia fluida y memoria operativa en estudiantes mexicanos. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, *16*(1), 6-21. Epub 06 de diciembre de 2024.https://doi.org/10.32870/ap.v16n1.2470

Fineberg, N. A., et al. (2017). Manifestations of impulsivity and compulsivity across psychiatric disorders. CNS Spectrums, 22(5), 374-383. https://doi.org/10.1017/S109285291700051X

Gao, L., Zhang, J., Xie, H., Nie, Y., Zhao, Q., & Zhou, Z. (2020). Effect of the mobile phone-related background on inhibitory control of problematic mobile phone use: An event-related potentials study. *Addictive Behaviors*, *108*, 106363. https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2020.106363

García-Marín, J., Méndez, I., & Belmonte-Lillo, J. (2024). Adicción al smartphone y salud mental en adolescentes: Una revisión sistemática de la evidencia reciente. *Revista de Psicodidáctica*, *29*(1), 45-56. https://doi.org/10.1016/j.psicod.2023.11.002

Ghodratitoostani, I., Vaziri, Z., Salmon, C. E. G., & Leite, J. P. (2024). Neural correlates of cognitive flexibility in adolescents: Frontoparietal network maturation as a protective factor against smartphone-related cognitive interference. *Frontiers in Human Neuroscience*, *18*, 1345672. https://doi.org/10.3389/fnhum.2024.1345672

Grant, D. A., & Berg, E. A. (1948). A behavioral analysis of degree of reinforcement and ease of shifting to new responses in a Weigl-type card-sorting problem. *Journal of Experimental Psychology*, *38*(4), 404–411. https://doi.org/10.1037/h0059831

Grant, J. E., Potenza, M. N., Weinstein, A., & Gorelick, D. A. (2010). Introduction to Behavioral Addictions. The American Journal of Drug and Alcohol Abuse, 36(5), 233–241. https://doi.org/10.3109/00952990.2010.491884

Griffiths, M. (2005). A 'components' model of addiction within a biopsychosocial framework. Journal of Substance Use, 10(4), 191–197.

Griffiths, M. D. (1996). Technological addictions. Clinical Psychology Forum, (71), 14–19.

GSMA. (2023). *The state of mobile internet connectivity report 2023*. Global System for Mobile Communications Association. https://www.gsma.com/r/state-of-mobile-internet-connectivity/

Hadar, A. A., et al. (2017). Anxious and hyperactive: How smartphone usage relates to vicarious reward processing and executive function. *European Neuropsychopharmacology*, *27*(2), 142-154. https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2016.10.008

Hartanto, A., Chua, Y.J., Quek, F.Y.X. *et al.* Problematic smartphone usage, objective smartphone engagement, and executive functions: A latent variable analysis. *Atten Percept Psychophys* **85**, 2610–2625 (2023). https://doi.org/10.3758/s13414-023-02707-3

Hartanto, A., & Yang, H. (2016). Is the smartphone a smart choice? The effect of smartphone separation on executive functions. *Computers in Human Behavior*, *64*, 329-336. https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.07.002

Kim, H. W. (2020). A study on EEG characteristics of smartphone addiction risk group and non-risk group. *Journal of Digital Convergence*, *18*(11), 329-335. https://doi.org/10.14400/JDC.2020.18.11.329

Hirjak, D., Henemann, G. M., Schmitgen, M. M., Götz, L., Wolf, N. D., Kubera, K. M., Sambataro, F., Leménager, T., Koenig, J., & Wolf, R. C. (2022). Cortical surface variation in individuals with excessive smartphone use. Developmental Neurobiology, 82, 277–287. **https://doi.org/10.1002/dneu.22872**

Horvath, J., Mundinger, C., Schmitgen, M. M., Wolf, N. D., Sambataro, F., Hirjak, D., ... & Wolf, R. C. (2020). Structural and functional correlates of smartphone addiction. Addictive Behaviors, 105, 106334. https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2020.106334

Hyman, S. E., Malenka, R. C., & Nestler, E. J. (2006). Neural mechanisms of addiction: The role of reward-related learning and memory. Annual Review of Neuroscience, 29, 565–598. https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.29.051605.113009

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares 2020 (ENDUTIH 2020). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/647466/ENDUTIH_2020_co.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2023: Comunicado de prensa*. https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2023/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2025). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2024: Principales resultados*. https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2024/

Johns, P. (2014). Clinical Neuroscience: An Illustrated Colour Text (2.ª ed.). Churchill Livingstone/Elsevier.

Kam, J. W. Y., Lin, J. J., Solbakk, A. K., Endestad, T., Larsson, P. G., & Knight, R. T. (2019). Sustained attention and the frontoparietal network: A review of intracranial EEG and fMRI studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *105*, 335-345. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.08.017

Kuss, D. J., Pontes, H. M., & Griffiths, M. D. (2018). Neurobiological correlates in Internet gaming disorder: A systematic literature review. Frontiers in Psychiatry, 9, 166. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2018.00166

Kwon, M., Kim, D. J., Cho, H., & Yang, S. (2013). The smartphone addiction scale: development and validation of a short version for adolescents. PLoS One, 8(12), e83558. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083558

Kwon, M., Lee, J. Y., Won, W. Y., Park, J. W., Min, J. A., Hahn, C., & Kim, D. J. (2013). Development and validation of a smartphone addiction scale (SAS). PLoS One, 8(2), e56936.

Lin, Y. H., Chang, L. R., Lee, Y. H., Tseng, H. W., Kuo, T. B., & Chen, S. H. (2014). Development and validation of the Smartphone Addiction Inventory (SPAI). *PloS one*, *9*(6), e98312. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098312Lopez-Fernandez O. (2017). Short version of the Smartphone Addiction Scale adapted to Spanish and French: Towards a cross-cultural research in problematic mobile phone use. *Addictive behaviors*, *64*, 275–280. https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2015.11.013

Luigjes, J., et al. (2019). Defining compulsivity: A core concept across neuropsychiatric disorders. Biological Psychiatry, 85(12), 1025-1036. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2019.02.018

Luria, A. R. (1966). *Higher cortical functions in man* (B. Haigh, Trans.). Basic Books.

Marchica, L. A., Temcheff, C. E., Bowden-Jones, H., & Derevensky, J. L. (2022). Addiction: An Overview. En F. Maggino (Ed.), Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69909-7_27-2

Martínez-Loredo, V., Fernández-Hermida, J. R., Fernández-Artamendi, S., Carballo, J. L., & García-Rodríguez, O. (2015). Spanish adaptation and validation of the Barratt Impulsiveness Scale for early adolescents (BIS-11-A). International Journal of Clinical and Health Psychology, 15(3), 274–282. Méndez, I., Jorquera, A. B., & Cuadrado-Gordillo, I. (2024). Addiction to information and communication technologies (ICT) and its relationship with psychological variables in adolescents. Journal of Clinical Medicine, 13(2), 456. https://doi.org/10.3390/jcm13020456https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2015.05.002

Méndez, I., Jorquera, A. B., & Cuadrado-Gordillo, I. (2024). Addiction to information and communication technologies (ICT) and its relationship with psychological variables in adolescents. *Journal of Clinical Medicine*, *13*(2), 456. https://doi.org/10.3390/jcm13020456

Meng, S. Q., Cheng, J. L., Li, Y. Y., Yang, X. Q., Zheng, J. W., Chang, X. W., Shi, Y., Chen, Y., Lu, L., & Sun, H. Q. (2022). Global prevalence of digital addiction in general population: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Psychology Review*, *92*, 102128. https://doi.org/10.1016/j.cppr.2022.102128

Menon V. (2011). Large-scale brain networks and psychopathology: a unifying triple network model. *Trends in cognitive sciences*, *15*(10), 483–506. https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.08.003

Menon, V. (2014). Salience network. En A. W. Toga (Ed.), Brain mapping: An encyclopedic reference (Vol. 2, pp. 597–611). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397025-1.00052-X

Menon, V., & Uddin, L. Q. (2010). Saliency, switching, attention and control: A network model of insula function. Brain Structure and Function, 214(5-6), 655–667. https://doi.org/10.1007/s00429-010-0262-0

Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. Annual Review of Neuroscience, 24(1), 167–202. https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*(1), 49–100. https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734

Ocklenburg, S., Berretz, G., Packheiser, J., & Friedrich, P. (2023). Neural correlates of cognitive control and behavioral flexibility: A systematic review of the role of the anterior cingulate cortex. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *152*, 105297. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105297

Parrado, F. E., et al. (2020). Validación de la Escala Barratt de Impulsividad (BIS-11) en población bogotana. Diversitas: Perspectivas en Psicología, 14(2).

Patton, J. H., Stanford, M. S., & Barratt, E. S. (1995). Factor structure of the Barratt Impulsiveness Scale. Journal of Clinical Psychology, 51(6), 768–774.

Piper, B. J., Li, V., Eiwaz, M. A., Kobel, Y. V., Benice, T. S., Chu, A. M., Olsen, R. H., Rice, D. Z., Gray, H. M., Mueller, S. T., & Raber, J. (2012). Executive function on the

Psychology Experiment Building Language tests. *Behavior research methods*, *44*(1), 110–123. https://doi.org/10.3758/s13428-011-0096-6

Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Hall, W. C., LaMantia, A. S., & White, L. E. (Eds.). (2016). Neurociencia (5.ª ed.). Editorial Médica Panamericana.

Rezvanfard, M., Golesorkhi, M., Ghassemian, E., Safaei, H., Eghbali, A. N., Alizadeh, H., & Ekhtiari, H. (2016). Evaluation of inhibition response behavior using the Go/No-Go paradigm in normal individuals: Effects of variations in the task design. *Acta Neuropsychologica*, *14*(4), 357–366.

Rubia, K., Russell, T., Overmeyer, S., Brammer, M. J., Bullmore, E. T., Sharma, T., Simmons, A., Williams, S. C. R., Giampietro, V., Andrew, C. M., & Taylor, E. (2001). Mapping motor inhibition: Conjunctive activation in right prefrontal and anterior cingulate cortex in two psychomotor tasks. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *42*(3), 391-403. https://doi.org/10.1111/1469-7610.00732

Sohn, S. Y., Rees, P., Wildridge, B., Kalk, N. J., & Griffiths, M. D. (2019). Prevalence of problematic smartphone usage and associated mental health outcomes amongst children and young people: A systematic review, meta-analysis and GRADE of the evidence. *BMC Psychiatry*, *19*(1), 375. https://doi.org/10.1186/s12888-019-2350-x

Solís-Vivanco, R., Eriksson, M. A., Rodríguez-Agudelo, M. C., Schwenker, F., & Ruiz-Contreras, A. E. (2020). Computational modeling of the Wisconsin Card Sorting Test: Individual differences in feedback-driven learning and rule switching. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *20*(4), 785–800. https://doi.org/10.3758/s13415-020-00802-1

Schepis, T. S., Adinoff, B., & Rao, U. (2008). Neurobiological processes in adolescent addictive disorders. *The American journal on addictions*, *17*(1), 6–23. https://doi.org/10.1080/10550490701756146

Schmitgen, M. M., Horvath, J., Mundinger, C., Wolf, N. D., Sambataro, F., Hirjak, D., Kubera, K. M., Koenig, J., & Wolf, R. C. (2022). Cerebellar gray matter volume is associated with smartphone addiction severity. Journal of Behavioral Addictions, 11(2), 524-533. https://doi.org/10.1556/2006.2022.00030

Schuirmann, J., et al. (2022). Neuroanatomical and functional dissociations of executive functions in the adolescent brain: A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *138*, 104712. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104712

Sridharan, D., Levitin, D. J., & Menon, V. (2008). A critical role for the right fronto-insular cortex in switching between central-executive and default-mode networks. Proceedings of the National Academy of Sciences, 105(34), 12569–12574. https://doi.org/10.1073/pnas.0800005105

Šmíra, M., Hrehovčík, M., & Žitný, P. (2022). What does the Wisconsin Card Sorting Test actually measure? A systematic review and meta-analysis of its construct validity. *Frontiers in Psychology*, *13*, 965158. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.965158

Squire, L. R., Berg, D., Bloom, F. E., Du Lac, S., Ghosh, A., & Spitzer, N. C. (Eds.). (2009). Neurociencia fundamental (3.ª ed.). Elsevier.

Stanford, M. S., Mathias, C. W., Patton, J. H., Meyer, J. S., & Barratt, E. S. (2009). Fifty years of the Barratt Impulsiveness Scale: An update and review. Personality and Individual Differences, 47(5), 385–395. https://doi.org/10.1016/j.paid.2009.04.008

Steinmetz, T. J., et al. (2024). The digital cognitive paradox: Sensitivity of paradigms in assessing subtle executive deficits in excessive digital users. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, *27*(3), 180-192.

Sussman, S., & Sussman, A. N. (2011). Considering the definition of addiction. International Journal of Environmental Research and Public Health, 8(10), 4025–4038.

Tauste-Garcia, I., Nieto-Ruiz, A., Moreno-Padilla, M., Martin-Tamayo, I., y Fernandez-Serrano, M. J. (2025). Función ejecutiva en adolescentes con uso problemático del smartphone. *Revista Internacional de Adolescencia y Juventud*, *30*(1). https://doi.org/10.1080/02673843.2025.2562950

Taylor, P. (2024). Number of smartphone mobile network subscriptions worldwide from 2016 to 2022, with forecasts from 2023 to 2028. Statista. https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/

Tossell, C. C., Kortum, P., Shepard, C., Rahmati, A., & Zhong, L. (2015). Exploring the use of smartphones for entertainment, social networking, and utility at a large university. Computers in Human Behavior, 52, 33–40.

Tymofiyeva, O., Yuan, J. P., Kidambi, R., Huang, C. Y., Henje, E., Rubinstein, M. L., Jariwala, N., Max, J. E., Yang, T. T., & Xu, D. (2020). Neural Correlates of Smartphone Dependence in Adolescents. Frontiers in human neuroscience, 14, 564629. https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.564629

Uddin, L. Q., Yeo, B. T. T., & Spreng, R. N. (2019). Towards a universal taxonomy of self-referential thought. Nature Reviews Neuroscience, 20(11), 696–711. https://doi.org/10.1038/s41583-019-0218-9

Wang, H. (Ed.). (2020). *Neural circuits of innate behaviors*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7086-5

Wang, Y., & Zhang, S. (2020). The reward system: Linking social and sexual behavior. Frontiers in Neural Circuits, 14, 57. https://doi.org/10.3389/fncir.2020.00057

Weng, C. B., Qian, R. B., Fu, X. M., Lin, B., Han, X. P., Niu, C. S., & Wang, Y. H. (2013). Gray matter and white matter abnormalities in online game addiction. Scientific Reports, 3(1), 1171. https://doi.org/10.1038/srep01171

Wessel, J. R., & Aron, A. R. (2017). On the overlap between the brain systems for stopping and for monitoring unexpected events. *Nature Communications*, *8*(1), 1697. https://doi.org/10.1038/s41467-017-01748-0

Wilmer, H. H., Sherman, L. E., & Chein, J. M. (2017). Smartphones and cognition: A review of research exploring the links between mobile technology habits and cognitive functioning. *Frontiers in Psychology*, *8*, 605. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00605

Yasin, S., Altunisik, E., & Tak, A. Z. A. (2023). Digital Danger in Our Pockets: Effect of Smartphone Overuse on Mental Fatigue and Cognitive Flexibility. *The Journal of nervous and mental disease*, *211*(8), 621–626. https://doi.org/10.1097/NMD.0000000000001675Yuan, M., Cross, S. J., Loughlin, S. E., & Leslie, F. M. (2015). Nicotine and the adolescent brain. The Journal of physiology, 593(16), 3397–3412. https://doi.org/10.1113/JP270492

Zaheer, S., & Khan, M. A. (2023). Impact of smartphone addiction on higher-order executive functions: A longitudinal analysis. *Psychology of Popular Media*, *12*(4), 415-427.

Zhang, R., et al. (2022). Altered functional connectivity of the central executive network and its correlation with inhibitory control in smartphone addiction. *Addictive Behaviors*, *131*, 107316. https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2022.107316

Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and cold executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. Child Development Perspectives, 6(4), 354-360. https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x

12. ANEXOS

12.1 Formato de Consentimiento Informado

Formato de Consentimiento Informado

¿La adicción a los teléfonos inteligentes afecta el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva de los jóvenes?

Alumno: Osmar David López Meneses

- Contacto: osmar.lopezm@alumno.buap.mx/ 7713979386

Director de tesis: Montserrat Vázquez Balbuena

- Afiliación: Facultad de Ciencias Biológicas, BUAP.

Co-director: Ignacio Méndez Balbuena

- Afiliciación: Facultad de Psicología, BUAP.

Descripción del Proyecto:

Usted está siendo invitado a participar en un estudio de investigación titulado "*¿La adicción a los teléfonos inteligentes afecta el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva de los jóvenes?*". Este estudio tiene como objetivo determinar cuál es el impacto de la adicción a los teléfonos sobre el control de los impulsos (control inhibitorio) y la capacidad de adaptarse a nuevas reglas/entornos (flexibilidad cognitiva). Su participación contribuirá a generar conocimiento científico valioso y tener una comprensión más amplia de este fenómeno en México.

Procedimiento:

Si usted decide participar en este estudio, se le pedirá que complete dos cuestionarios. Un cuestionario de selección de participantes que nos permitirá determinar si usted es apto para participar en el estudio, y el segundo para recopilar algunos datos sociodemográficos.

En caso de ser seleccionado para participar se le solicitara llenar dos cuestionarios más. El primero será para determinar su nivel de adicción a los teléfonos inteligentes, y el segundo para determinar su nivel de impulsividad. En una segunda fase se le pedirá completar dos pruebas neuropsicológicas en computadora para evaluar su control de impulsos y su capacidad de adaptarse a nuevas reglas. La participación en este estudio tendrá una duración de aproximadamente una hora, y se llevará a cabo en la Escuela Telesecundaria Adolfo López Mateos.

Riesgos y Beneficios:

- Riesgos: Aunque no se espera que surjan riesgos significativos al participar en este estudio, algunos posibles inconvenientes podrían ser la presencia de fatiga mental.

- Beneficios: Su participación ayudará a los investigadores a poder obtener los datos necesarios para la ejecución de este proyecto, así como la generación de conocimiento científico valioso sobre el tema investigado.

Confidencialidad:

Toda la información recopilada en este estudio será tratada de forma confidencial. Los datos personales que se obtengan serán codificados y no se revelará su identidad. Los resultados del estudio podrían ser publicados, pero su identidad nunca será divulgada sin su consentimiento expreso.

Voluntariedad:

Su participación en este estudio es completamente voluntaria. Puede decidir no participar o retirarse en cualquier momento sin que ello afecte de ninguna manera su relación con los investigadores o con la institución.

Consentimiento para la Participación:

Al firmar este documento, usted reconoce que ha leído y comprendido la información proporcionada anteriormente y que acepta participar en este estudio de manera libre y voluntaria. Si tiene alguna pregunta, puede comunicarse con el investigador principal antes de firmar este formulario.

Nombre del Participante:

_____

Edad del participante: _____

Firma del Participante: _____

Fecha: _____

Nombre del padre o tutor:

_____

Firma: _____

Fecha: _____

Nombre del Investigador:

_____

Firma del Investigador: _____

Fecha: _____

12.2 Cuestionario de Selección de Participantes

Cuestionario para selección de participantes

Instrucciones: Por favor, responde con sinceridad a cada una de las preguntas. La información proporcionada será utilizada únicamente con fines de investigación y se tratará de manera confidencial. Si cumples con los criterios, podrás participar en el estudio. Recuerda que debes haber completado previamente el formato de consentimiento informado.

Nombre completo: _____ Fecha: _____

1. **¿Has completado el formato de consentimiento informado para participar en este estudio?**

   Si ( ) No ( )

2. **¿Tus padres han firmado el formato de consentimiento para tu participación en el estudio?**

   Si ( ) No ( )

3. **¿Cuántos años cumplidos tienes?**

   _____

4. **¿Tienes algún diagnóstico de un desorden neurológico o psiquiátrico realizado por un profesional de la salud (ansiedad, depresión, TDAH, etc.)?**

   Si ( ) No ( )

5. **¿Cuántas horas duermes diariamente?**
   - Mas de 7 horas diarias ☐
   - Entre 5 a 7 horas diarias ☐
   - Menos de 5 horas diarias ☐

6. **¿Has consumido o consumes sustancias que afecten el sistema nervioso central, como drogas recreativas o medicamentos?**

   Si ( ) No ( )

   Si tu respuesta a la pregunta anterior fue sí. ¿Qué sustancia consumes/has consumido?

   - Alcohol ☐
   - Nicotina/Tabaco/Vapeador/Cigarro electrónico/Puro ☐
   - Marihuana ☐
   - LSD ☐
   - Cocaína ☐
   - Fentanilo ☐

7. **¿Has sufrido algún traumatismo, golpe o accidente en la cabeza a lo largo de tu vida?**

   Si ( ) No ( )

   Si tu respuesta a la pregunta anterior fue sí. ¿Has tenido desmayos o convulsiones como consecuencia del traumatismo/golpe/accidente?

   Si ( ) No ( )

8. **¿Has sufrido de epilepsia o convulsiones?**

   Si ( ) No ( )

12.3 Cuestionario de Datos Sociodemográficos

Cuestionario de Datos Sociodemográficos

Nombre: _____ **Fecha:** _____

I. Datos Demográficos

1. **Sexo:**

Masculino ☐

Femenino ☐

2. **Edad:**

_____

II. Uso de Smartphones

3. **¿Cuánto tiempo, en promedio, utilizas tu smartphone/teléfono al día?**
   - Menos de 1 hora ☐
   - De 1 a 2 horas ☐
   - De 2 a 4 horas ☐
   - Más de 4 horas ☐
4. **¿Para qué actividades utilizas principalmente tu smartphone?**
   (Selecciona todas las opciones que correspondan)
   - Redes sociales (Facebook, Instagram, TikTok, etc.) ☐
   - Juegos ☐
   - Ver videos (YouTube, plataformas de streaming, etc.) ☐
   - Estudiar o hacer tareas ☐
   - Comunicarse con familiares o amigos (mensajes, llamadas) ☐
   - Otros (especificar): _____
5. **¿En qué momento del día utilizas más tu smartphone?**
   - Mañana ☐
   - Tarde ☐
   - Noche ☐

12.4 Escala de Adicción a los Teléfonos Inteligentes – Versión Corta (SAS-SV)

Ítem	Pregunta	1	2	3	4	5	6
1	Debido al uso del celular he dejado de hacer tareas/actividades/trabajos/etcétera, que tenía planeado	Nunca	Raramente	A veces	A menudo	Muy a menudo	Siempre
2	Debido al uso del celular he tenido problemas de concentración mientras estudiaba o trabajaba	Nunca	Raramente	A veces	A menudo	Muy a menudo	Siempre
3	Debido al celular he sentido dolor en alguna de mis muñecas o cuello	Nunca	Raramente	A veces	A menudo	Muy a menudo	Siempre
4	No puedo estar sin mi celular	Nunca	Raramente	A veces	A menudo	Muy a menudo	Siempre
5	Me siento impaciente o inquieto cuando no tengo mi celular	Nunca	Raramente	A veces	A menudo	Muy a menudo	Siempre
6	Tengo mi celular en mente incluso cuando no lo uso	Nunca	Raramente	A veces	A menudo	Muy a menudo	Siempre
7	Nunca dejaré de usar mi celular, aunque afecte mi vida cotidiana	Nunca	Raramente	A veces	A menudo	Muy a menudo	Siempre
8	Continuamente estoy comprobando mi celular para no perderme de conversaciones en mis redes sociales	Nunca	Raramente	A veces	A menudo	Muy a menudo	Siempre
9	Uso mi celular más de lo que había previsto inicialmente	Nunca	Raramente	A veces	A menudo	Muy a menudo	Siempre
10	Familiares o amigos me dicen que uso demasiado el celular	Nunca	Raramente	A veces	A menudo	Muy a menudo	Siempre

12.5 Escala de impulsividad de Barratt (BIS-11)

Item	Rara vez o nunca	Ocasionalmente	A menudo	Siempre o casi siempre
1. Planeo mis que haceres				
2. Hago cosas sin pensar				
3. Casi nunca tomo las cosas a pecho				
4. Pienso con mucha velocidad				
5. Planeo mis salidas con antelación				
6. Tengo autocontrol				
7. Me concentro facilmente				
8. Con frecuencia ahorro				
9. Se me hace dificil estar quieto/a por largos periodos de tiempo				
10. Pienso las cosas cuidadosamente				
11. Planifico para tener un trabajo fijo (me esfuerzo para asegurarme que tendré dinero				
12. Digo las cosas sin pensarla				
13. Me gusta pensar sobre problemas complicadas (me gusta pensar sobre				
14. Me cambio de escuela o trabajo con frecuencia				
15. Actuo impulsivamente				
16. Me aburre pensar en algo por demasiado tiempo				
17. Voy al dentista o al doctor regularmente				
18. Hago las cosas cuando se me ocurren				
19. Me puedo enfocar en algo por mucho tiempo				
20. Me cambio de casa con frecuencia				
21. Compro cosas de manera impulsiva				
22. Termino lo que empiezo a hacer				
23. Camino y me muevo con rapidez				
24. Resuelvo los problemas pensando en la solución y viendo si ésta funciona				
25. Gasto más dinero de lo que tengo o de lo que gano				
26. Hablo rápido				
27. Tengo pensamientos extraños (irrelevantes) cuando estoy pensando				
28. Me interesa mas el presente que el futuro				
29. Me siento inquieto/a en clases (me siento inquieto/a si tenfo que oir a alguien hablar				
30. Planifico mi futuro				