



Universidad Pontificia Comillas: Facultad de Ciencias
Económicas y Empresariales y Facultad de Derecho
(ICADE)

Análisis de la incidencia del trastorno alcohólico fetal (TEAF) en los índices cognitivos

Clave: 202016891

Contenido

Introducción	3
Propuesta.	3
Mejora del conocimiento y el mundo social.	4
Motivación.	4
Dinámica del estudio.	5
Marco teórico.	7
Historia del TEAF	7
Efectos del TEAF.	9
Metodología.....	12
Limpieza de datos.	13
Análisis numérico.	14
Elaboración de visualizaciones.	16
Resultados	17
Conclusiones	33
Limitaciones.	35
Próximos pasos.	35
Bibliografía	37
Anexo 1: programa de limpieza	40
Anexo 2: programa de análisis cuantitativo	44
Anexo 3: programa de visualizaciones	53

Introducción

Propuesta.

El objetivo principal de este Trabajo de Fin de Grado es analizar los efectos del Trastorno del Espectro Alcohólico Fetal (TEAF) y sus subtipos sobre los distintos dominios cognitivos, categorizando los resultados por variables como el género. Se aplicará una metodología basada en analítica de datos para identificar de forma objetiva qué áreas cognitivas se ven más comprometidas y cómo varían estos efectos en función género del individuo. Los descubrimientos serán útiles tanto para profesionales como para familias, dado que mostrará los dominios comúnmente afectados, permitiendo considerar otras posibilidades de diagnóstico.

En España, ya existen estudios e informes relevantes centrados en la prevención, sensibilización y orientación sobre el TEAF, como la Guía TEAF 2023 de FUNDADEPS (Astals Vizcaíno & García-Algar, 2023) y el Informe sobre alcohol, embarazo y TEAF del Ministerio de Sanidad (García-Algar et al, 2021). Estos informes abordan principalmente las causas, implicaciones sociales y físicas del trastorno; así como aporta recomendaciones para su manejo.

Sin embargo, no se ha realizado hasta la fecha un análisis cuantitativo centrado en los dominios cognitivos afectados, incorporando variables como el sexo. Por tanto, este trabajo propone una aproximación novedosa en el contexto nacional, complementando la literatura existente con una base empírica y analítica.

A nivel internacional, sí se han desarrollado investigaciones que exploran los efectos neurocognitivos del TEAF. Por ejemplo, el estudio publicado en *BMC Medicine* (Akison et al., 2024) analiza el impacto del alcohol prenatal sobre el desarrollo físico y cognitivo, con un enfoque sistemático y cuantitativo, aunque sin diferenciar por género. Otro trabajo destacado es el de Inkelis, Moore, Bischoff-Grethe y Riley (2020), publicado en *PubMed*; donde se examina el volumen cerebral y su relación con los déficits cognitivos en personas con FASD, utilizando análisis estadísticos avanzados.

Mejora del conocimiento y el mundo social.

Este proyecto contribuye de forma significativa a la sociedad al visibilizar los efectos del Trastorno del Espectro Alcohólico Fetal (TEAF) desde una perspectiva cuantitativa e integradora. Permite identificar, con mayor precisión los dominios cognitivos afectados, incluso según el género. Este enfoque no solo mejora la comprensión clínica del trastorno, sino que también tiene un impacto directo en los profesionales del ámbito sanitario, educativo y social, facilitando el desarrollo de evaluaciones más precisas y adaptadas.

La aportación de este estudio se refleja en una mejora del diagnóstico, especialmente en casos en los que el TEAF puede confundirse o limitarse a otros trastornos como el TDAH. Esto sucede cuando un profesional del sector identifica, por ejemplo, la existencia del TDAH, y no profundiza en su diagnóstico, Profundizando más en su diagnóstico le permitiría identificar un trastorno que conlleva unas consecuencias mayores. Al identificar patrones cognitivos específicos del TEAF, se promueve una mayor exactitud en su reconocimiento, lo cual tiene implicaciones prácticas importantes. La correcta identificación del trastorno permite diseñar intervenciones o estudios más adecuados y facilita el acceso a recursos, ayudas y reconocimientos oficiales de discapacidad, mejorando así la inclusión social de las personas afectadas.

El proyecto también tiene un efecto sensibilizador. Proporciona a las familias una comprensión más profunda de las consecuencias del consumo de alcohol durante el embarazo, lo que contribuye a la prevención. A su vez, favorece un cambio en la percepción social del trastorno, promoviendo una visión más informada, empática y comprometida con la mejora de la calidad de vida de quienes lo padecen.

Motivación.

La analítica de datos supone un cambio de paradigma en todas las áreas. Tiene la capacidad de proporcionar información cuantitativa y objetiva sobre fenómenos sociales de una manera inmediata y con mayor profundidad. No tiene una única función de aumentar el rendimiento y generar rentabilidad, pues permite tener una visión más amplia de la sociedad, en todos los aspectos.

Gracias a haber coincidido con la organización VisualTEAF, una de las principales organizaciones en España en la divulgación y soporte para los afectados de este trastorno, percibí la capacidad de aportar algo para mejorar la sociedad a través de la analítica de datos. Se trata de un trastorno desconocido, el cual tiene una alta prevalencia en nuestra sociedad, con unos efectos notables en los afectados. Encontrar una forma de ayudarlos, aportando conocimiento y profundidad, a través de la analítica de datos, es lo que motiva este trabajo. Esta permite investigar realidades humanas complejas con objetividad. A través de ella se pueden transformar los patrones de conducta, resultados de pruebas o indicadores neurocognitivos en hallazgos objetivos y medibles. Se pueden mostrar factores ocultos, anticipar dificultades y proponer soluciones antes de que los problemas se agraven. Permite entender el mundo de una manera más objetiva. A la labor y necesidades de VisualTEAF, se le podía aplicar estudios técnicos, generando un puente entre solidaridad y progreso. Su trabajo está enfocado en visibilizar y apoyar a quienes conviven con el TEAF, y a través de este estudio y análisis, las vidas de las personas pueden mejorar, proporcionando una enseñanza a la sociedad en conjunto. El uso de las habilidades y herramientas de analítica de negocio no están relegadas al ámbito corporativo, pueden ser un agente de cambio, ayudando a familias y profesionales a entender mejor un trastorno que, por desconocido, muchas veces queda infradiagnosticado.

Dinámica del estudio.

Para llevar a cabo este estudio, se emplea la base de datos de pacientes que han sido analizados por posible TEAF, facilitada por el Hospital Clínic de Barcelona. Ha sido suministrado por el equipo de neonatología. El análisis se realiza en un programa desarrollado expresamente para el manejo de dicha base de datos, en Python. Una vez identificadas la columna sexo y se filtran únicamente los registros diagnosticados como TEAF (incluyendo sus variantes FAS, PFAS y ARND), los registros catalogados como que no presenta FAS serán tenido en cuenta para comparar los resultados con la población general. Este paso de incluir análisis de aquellos que no presentan TEAF no es necesario, pues las pruebas están normalizadas a la población general. El siguiente paso consiste en limpiar y normalizar los datos, incluyendo el tratamiento de valores faltantes o extremos y la homogeneización de escalas para garantizar comparabilidad entre variables. Con los datos preprocesados, se realizará un análisis descriptivo. En este análisis se muestra la media, desviación típica, mínimo, máximo y

mediana. La media permite comparar el valor aproximado que tendría una persona con TEAF; la desviación típica es una medida que permite comparar el índice de variabilidad entre los datos; con el mínimo y el máximo podemos observar el rango; y la mediana nos aporta el valor más común de cada dominio cognitivo. Aquellos aspectos que han sido analizados como comprensión verbal, razonamiento perceptivo, memoria de trabajo, velocidad de procesamiento y coeficientes intelectuales total y visión espacial, entre los distintos subtipos de TEAF, y segmentándose por género. Ha su vez se estudia el resultado en las funciones ejecutivas, que serán desarrolladas a continuación. Se utilizarán visualizaciones para facilitar la comprensión del estudio.

Marco teórico.

Historia del TEAF

El Trastorno del Espectro Alcohólico Fetal consiste en una serie de condiciones por la exposición al alcohol en la etapa prenatal. Tiene efecto en el desarrollo neurológico afectando al físico, lo cognitivo y al comportamiento. En Estados Unidos, 1 de cada 20 niños de la edad escolar pueden tener TEAF (Centers for Disease Control and Prevention, 2024).

Desde hace siglos se conocen los posibles efectos dañino del consumo del alcohol durante el embarazo. En el Libro de los Jueces, en la biblia, ya aparecen retratados. La documentación sobre este hecho no se realizó hasta la edad moderna. En 1899, el Dr. William Sullivan, de la prisión de Liverpool, realizó un estudio describiendo la relación entre el consumo maternal del alcohol y los daños causados al feto. No se reconocería este hecho hasta 1968, cuando investigadores de la Universidad de Washington's Harborview Medical Center separaron el TEAF como una nueva acepción. En 1973 ya se tenía suficientes evidencias como para establecer un criterio de diagnóstico. Fueron los doctores Kenneth Lyons Jones y David W. Smith de la Escuela Médica de la Universidad de Washington quienes introdujeron el término "Fetal Alcohol Syndrome". Las crecientes evidencias científicas causaron una respuesta por parte de la salud pública. Para 1978 se documentaron en Estados Unidos 245 casos de FAS, siendo descrito como la causa más común de trastorno evitable, conduciendo al desarrollo de políticas. En 1981 el cirujano general de Estados Unidos realizó la primera advertencia del consumo del alcohol durante el embarazo, y en 1989 el congreso instauró la obligatoriedad de poner advertencias de los potenciales efectos en los productos relacionados con el alcohol (Brown et al, 2019)

Los términos empleados en el mundo anglosajón son el FAS (Trastorno del Espectro Alcohólico Fetal), el PFAS (Trastorno del Espectro Alcohólico Fetal parcial), ARBD (Defectos de Nacimiento Relacionados con el Alcohol) y ARND (Trastorno neurodesarrollo relacionado con el alcohol). El FAS o TEAF se trata de su forma más severa, caracterizada por características faciales, problemas de crecimiento y anomalías en el sistema nervioso.

A nivel global, se estima que al año nacen 630.000 personas que presentan esta condición. Esta información puede estar sesgada puesto que se nutre de estudios publicados, estando la

información limitada en multitud de países, lo que sugiere que su prevalencia pueda ser significativamente mayor. En Estados Unidos se reconoce como la principal causa evitable de problemas durante el embarazo.

En los últimos años ha habido avances sobre sus mecanismos biológicos. Los científicos han identificado las vías de señalización molecular específicas que afectan en el desarrollo de estos trastornos. Esto consiste en la alteración, por parte del alcohol, de las moléculas de adhesión celular L1, las cuales son esenciales para un correcto desarrollo neuronal. Las células fetales destinadas para convertirse en tejido cerebral y del sistema nervioso se adhieren entre sí gracias a las moléculas de adhesión celular L1. El alcohol inhibe este proceso de desarrollo crítico al interferir con la capacidad de las moléculas L1 de vincularse con otra célula. Los investigadores han demostrado que ciertos compuestos experimentales pueden bloquear la inhibición de la adhesión L1 por parte del alcohol, lo que potencialmente previene el daño fetal ligado al consumo de alcohol, como se ha observado en ratones. Estos hallazgos señalan genes candidatos para la susceptibilidad a los trastornos del espectro alcohólico fetal (TEAF) y podrían abrir nuevas vías para el desarrollo de medidas preventivas. (National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism, 2013)

Los niños con TEAF tienen un perfil neurocognitivo distintivo que ha sido estudiado de manera extensiva durante las últimas décadas. El funcionamiento intelectual en estos individuos es en algunos casos disminuidos, con el coeficiente intelectual medio estando por debajo de la Capacidad de Inteligencia Límite.

Desde la infancia se aprecia un procesamiento de la información más lento y problemas de atención. El funcionamiento ejecutivo consiste en el conjunto de habilidades que sirven para manejarse en tareas diarias, resolución de problemas y capacidad de adaptación. Las personas que sufren este trastorno tienen problemas en este ámbito, en especial en las tareas relacionadas con la memoria de trabajo. Los estudios que examinan dominios cognitivos específicos en individuos con TEAF muestran un decrecimiento en aquellas tareas asociadas con complejidad en el lenguaje, percepción visual, memoria, aprendizaje, relaciones sociales y procesamiento numérico.

Los descubrimientos de estos estudios tienen la conclusión de que los niños con TEAF tienen generalmente un déficit en el procesamiento e integración de la información, más allá de

problemas en dominios cognitivos específicos. Esto tiene grandes implicaciones en la educación y aproximación a estos individuos (Mattson & Riley, 2009).

Su estudio ha evolucionado con el tiempo. El Institute of Medicine (IOM) elaboró un criterio en la década de los 90, incluyendo los subtipos antes mencionados. Estos criterios se basan en la deficiencia de crecimiento presente (si la altura o peso se encuentra por debajo del décimo percentil), las características faciales (ojos pequeños o labio superior de tamaño reducido) y daños en el sistema nervioso central. Entre los profesionales del sector, estos criterios han supuesto un reto. Pese a que la mayoría de las pautas son similares para el diagnóstico del TEAF, presentan diferencias en el criterio, los rangos clínicos y la nomenclatura para los subtipos de TEAF. Esta inconsistencia causa confusión sobre el coste social y económico que tiene este trastorno prevenible. Ha habido intentos de estandarizar el diagnóstico. Un ejemplo de estas divergencias son el caso de Canadá. Las pautas canadienses critican el criterio del IOM por su definición del TEAF parcial, al argumentar que utilizar esa terminología, en ausencia de déficits mentales comprobables, puede perjudicar al individuo, puesto que involucra la existencia de un trastorno mental (Astley y Clarren, 2017). Actualmente, los criterios de diagnóstico, como el australiano, organizan el FASD en categorías basadas en la presencia de características faciales y la confirmación de la ingesta de alcohol prenatal (FASD Hub Australia, 2020). El criterio DSM-5 requiere la presencia de la exposición prenatal al alcohol y problemas en el sistema nervioso central, indicado por dificultad en la cognición, auto regulación y capacidad de adaptación (National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism [NIAAA], 2007).

El diagnóstico requiere de consideraciones especiales para ciertos grupos de edad. Para niños y jóvenes, los efectos en el neurodesarrollo pueden no ser perceptibles, dificultando el diagnóstico. Para adolescentes y adultos, la información sobre la exposición a alcohol prenatal puede ser difícil de obtener y las condiciones secundarias pueden ser difícilmente comprobables bajo criterios clínicos.

Efectos del TEAF.

El daño al funcionamiento ejecutivo es el principal efecto, involucra el planeamiento, capacidad resolutoria y flexibilidad cognitiva. Las personas que sufren TEAF tienen dificultades en esas áreas, donde necesitan mantener o emplear información de manera temporal

(memoria de trabajo). Por ejemplo, durante los test de fluidez verbal, las personas con TEAF tienen capacidades inferiores a la hora de decir palabras dentro de una categoría semántica, mostrando deterioro en los procesos de organización y elaboración de ideas. A su vez presentan dificultades a la hora de controlar los impulsos (Coriale et al., 2013). A esto se le añade diferencias físicas en el córtex prefrontal y los ganglios basales, áreas encargadas del funcionamiento ejecutivo (Mattson, Bernes, & Doyle, 2019).

Hay dificultades en el aprendizaje verbal y espacial. Estudios utilizando el California Verbal Learning Test CVLTC muestran que los niños que presentan TEAF son capaces de articular menos palabras que sus semejantes, pero tienen la misma capacidad de retener la información una vez aprendida. Las tareas de orientación espacial, como el Morris Water Maze, en los pacientes muestran un rendimiento similar a aquellos que presentan un daño en el hipocampo, haciendo evidente el impacto del alcohol en la parte centrada en la memoria espacial (Coriale et al., 2013). Estos impedimentos están asociados a un menor hipocampo y volumen del tálamo, lo cual ha sido analizado a través de estudio de neuroimágenes.

El 50% de los individuos con TEAF cumplen los criterios para los déficits de atención e hiperactividad (ADHD) con una ratio diez veces mayor que la población general. Pese a ello, el déficit de atención relacionado a estos pacientes difiere de aquellos que lo sufren de manera aislada. Ambos grupos presentan hiperactividad e impulsividad, sin embargo los pacientes con TEAF muestran rasgos como culpa reducida, comportamiento infantil e ingenuidad sobre el entorno social (Edmonton and Area Fetal Alcohol Network Society, 2023). Los estudios que analizan resonancias magnéticas han justificado esos síntomas a una activación atípica de patrones en la ínsula y ganglio basal durante las tareas que requieren atención (Clarke & Gibbard, 2003). La depresión y la ansiedad está muy presente en este grupo, afectando a entre el 20% y el 45%. La desregulación crónica del eje hipotalámico-hipofisario-adrenal, provocada por la exposición al alcohol, eleva los niveles de cortisol y amplifica la reactividad al estrés. En multitud de ocasiones, estos trastornos en la actitud en los afectados por el TEAF coexisten con una dificultad en el reconocimiento de las emociones, exacerbando los problemas interpersonales (Edmonton and Area Fetal Alcohol Network Society, 2023). La hiperactividad, también asociada a esta patología, predispone a una ansiedad crónica y a mecanismos como aversión social o agresividad (Staszek et al., 2025).

El TEAF está asociado a déficits en la Theory of Mind (ToM), relacionada con la empatía. Los afectados no saben interpretar a otras personas, llevando a comportamientos inapropiados y rechazo por parte de la sociedad (Coriale et al., 2013). Esto está provocado por el daño en la amígdala y en las redes neuronal prefrontales por parte del alcohol. Son las áreas relacionadas con la información emocional y social. Los fracasos sociales, con el tiempo, contribuyen a una baja autoestima y trastornos de adaptación (Waszkiewicz y Stokłosa, 2021).

El TEAF tiene un alto riesgo de causar otras condiciones psiquiátricas. La discapacidad intelectual está presente en el 23% de los casos, en ocasiones tratándose de una Capacidad de Inteligencia Límite (75-80) (Lange et al (2017). Por otro lado, la presencia en el espectro de esquizofrenia tiene unas tasas entre un 10% a 45% mayor que en la población general, en ocasiones relacionado con una desregulación en la dopamina (Waszkiewicz y Stokłosa, 2021). Los adolescentes que padecen TEAF son entre 3 y 5 veces más probable que desarrollen adicción al alcohol o drogas, causado por una desregulación en el sistema de recompensas y comportamientos de automedicación. (Edmonton and Area Fetal Alcohol Network Society, 2023). El TEAF presenta diferencias con el espectro autista, en donde los pacientes con TEAF tienen deseo de interacción social, pero carecen de la habilidad para mantenerlo. Por otro lado, la hiperactividad es menos responsiva a la medicación estimulante y está asociada a una mayor desregulación emocional (Coriale et al., 2013).

Metodología

El enfoque empleado para realizar este análisis consiste en un estudio exploratorio de la información proporcionada, con el objetivo de transmitir conclusiones útiles y accionables por los profesionales del sector y los afectados.

La fuente de los datos ha sido proporcionada en una tabla xlsx. Consiste en una base de datos organizada formada por 181 variables, o columnas, y 232 observaciones sobre las que se realizará el estudio. Cada una de estas observaciones consiste en cada una de las personas que han formado parte de este estudio del Clinic de Barcelona. En cuanto a las variables, se respeta la privacidad de los individuos sin haber datos que puedan identificar a las personas.

Aparece información personal básica, como es el género, edad, origen y etnia. Hay información relativa a la presencia de trastorno de autismo y TDAH. De manera dicotómica se encuentra la información relativa a los efectos físicos producidos por el consumo de alcohol en el embarazo, como altura, peso, ojos u orejas; los cuales tienen el valor 'sí' ('yes') en los casos en los que tenga una anomalía que pueda causada por el Trastorno según el criterio DSM5.

Hay información relativa al comportamiento de la madre durante el embarazo en torno al consumo de drogas, no solo el alcohol; e información relativa a este mismo comportamiento por parte del individuo.

Se realiza un estudio del dominio cognitivo en base a los exámenes WAISIV, WAISIII, WISCV, WISCIV, WPPSIIV. El examen Nepsy que mide otra tipología de dominios cognitivos. Se realiza un análisis del dominio cognitivo en cuanto al desarrollo perceptivo y motor, la atención y la memoria visual.

Se realizan análisis sobre el dominio conductual de la persona, realizándose a través de test CBCL. Aparece a su vez información sobre su puntuación en el examen Brief sobre las Funciones Ejecutivas.

Por último aparece el tipo de TEAF que presenta el paciente, distinguiendo entre ARND, FAS, PFAS y la no presencia del TEAF. A su vez hay otra variable que indica si presenta otros trastornos más allá del TEAF, autismo y TDAH que han sido nombrados previamente.

Limpieza de datos.

Debido a que los datos se entregan en bruto, se deben hacer ciertos ajustes y limpieza de estos antes de su análisis. Haciendo uso de Python se ha creado un programa que limpia los datos para luego facilitar su análisis.

En este programa se comienza realizando una importación del archivo Excel en formato xlsx. La primera fase consiste en una lectura del Excel en un DataFrame (tabla), guardando la original en otro DataFrame por si hiciera falta. En esta etapa se imprime un resumen estadístico para comprobar el estado de los datos antes de su transformación.

Se Indexan los datos empleando la columna 'ID' como índice. Y se realiza un mapeo de para convertir respuestas que están en texto en formato numérico, para facilitar su análisis. Empleando las siguientes lógicas:

```
'yes' : 1, 'no' : 0,  
'y' : 1, 'n' : 0,  
'true' : 1, 'false' : 0,  
'good' : 1, 'bad' : 0,  
'male' : 1, 'female' : 0,
```

Por otro lado se clasificaron los valores faltantes y se normalizaron.

Se realizó unieron las columnas de la edad, en donde estaban separados los años y los meses, creando una sola columna con una estructura numérica continua, para facilitar un análisis más en profundidad de la edad del estudiado.

En cuanto a la columna donde se asigna el tipo de TEAF que presenta la persona estudiada, se realiza un mapeo, clasificando a cada uno de los tipos con un número. Esto facilitará su análisis en fases posteriores. Se realizó con la siguiente lógica:

```
{'fas' : 1, 'pfas' : 0, 'arnd' : 2, 'nofas' : 3}
```

Este programa de limpieza convierte todas las cadenas de texto en mayúscula, descartando los valores vacíos o que no presentan información, se aplica el mapeo binario mencionado anteriormente, y convierte todos los datos en tipo numérico, formato 'float' (con decimales). En aquellos casos en donde no haya sido posible realizar estas modificaciones, se mantiene el valor original.

Tras esto, itera entre las columnas con texto, descartando valores faltantes. Se realiza el mapeo binario estipulado previamente. Si no funciona se convierte en tipo 'float'. Por último deja el dato original en caso en que no sea posible la transformación. Esto se realiza para que todo el texto sea tratado de la misma forma.

Tras estas codificaciones se eliminan las filas que estén completamente vacías. Una vez realizado estos procesos se guardan los datos transformados en un archivo xlsx que será analizado.

Este programa unifica la información dispersa en diversas columnas, estandariza las variables categóricas y de diagnóstico en un formato numérico, y gestiona los valores faltantes y las filas sin información. Todo esto lo exporta en un formato que pueda ser analizado, y proporciona información descriptiva sobre el conjunto de datos original.

Análisis numérico.

Durante la segunda, fases, se realizaría el análisis de los datos. En esta etapa se detallarían los resultados y se extraerían las conclusiones necesarias para cumplir con los objetivos de este trabajo. Este análisis se nutre del archivo Excel ('xlsx') previamente limpiado y tratado. Esto se haría en un programa propio en Python, usando principalmente las librerías pandas y NumPy

Se realizaría una identificación dinámica de las columnas de edad y género para futuros análisis. Tras esto se realiza un índice en donde se incluirán aquellas cualidades estudiadas en los distintos exámenes, con el fin de obtener aquellas variables que serán analizadas. Las variables analizadas son las siguientes: comprensión verbal, razonamiento perceptivo, memoria de trabajo, velocidad de procesamiento, coeficiente intelectual total, razonamiento fluido, visión espacial.

Sobre las funciones ejecutivas se estudia la inhibición, flexibilidad cognitiva, control emocional, iniciativa, planificación, supervisión de tareas, organización, regulación conductual, regulación emocional, regulación cognitiva y el global ejecutivo.

Debido a que diversos objetos de análisis son tomados de distintos exámenes, se ha elegido de manera manual las columnas tras la revisión de los datos. En base a esto, itera entre las distintas filas con el objetivo de conocer su valor, en cada uno de los análisis. Emplea estos

datos para realizar una los cálculos de cada una de estas cualidades en base a los distintos tipos de TEAF (incluyendo aquellos que no presentan TEAF).

Se realizan estadísticas descriptivas sobre estos resultandos entre las que se incluye el número de observaciones en cada caso, la media, la desviación típica, el valor mínimo y máximo, y la mediana. A su vez en cada uno de los casos se incluye la media de para género masculino y femenino.

Gracias a esto, se obtiene la información principal con la cual podemos extraer conclusiones definitivas sobre los efectos en cada uno de los grupos estudiados, incluyendo distinción por género. Con la media obtenemos el valor en torno al cual se encuentran los resultados de dichos test, dando el estimado que tiene cada grupo en cada una de las áreas pudiendo comparar los efectos en cada uno de los grupos. A través de la desviación típica se obtiene el grado de variabilidad en cada uno de los casos comparando como se alejan los datos de la media por caso. Los mínimos y máximos permiten comparar el rango que obtienen cada uno de los grupos por prueba. La mediana, al mostrar el valor más común, es una métrica que no va a aportar información útil, al haber una cantidad reducida de observaciones.

Realiza el estudio detallado, sobre los subtipos, a su vez para los géneros y los distintos grupos de edad. De esta manera se obtiene no solo distinción de resultados según el tipo (con información del género) sino que permite ver la incidencia general por género y grupo de edad (de la base de datos proporcionada).

El programa obtendría también la correlación entre -1 y 1 de las cualidades estudiadas. Siendo el -1 la perfecta relación inversamente proporcional; y el 1 directamente proporcional. De esta manera se comprobaría la relación que tienen las variables entre sí en el extracto estudiado.

Por otro lado, se realizarían los percentiles de cada una de las pruebas para los grupos estudiados. El motivo de esto es obtener un mayor detalle de la distribución de los resultados de las pruebas, permitiendo una comparación más exhaustiva de las mismas.

Por último, se desarrollarían los resultados, aplicados por cada grupo, de los distintos exámenes para cada prueba. El motivo de realizar es detallar los resultados por examen para poder comprobar si hay alguna divergencia entre los mismos que deba ser analizada o

estudiada. Tras realizar todos estos procesos, con el objetivo de poder guardar, y compartir los resultados, se guardarían los mismos en un archivo Excel comprensible.

Elaboración de visualizaciones.

En esta fase se crearán visualizaciones que muestren de manera útil y sencilla los resultados hallados en la fase anterior. El objetivo de esta fase es, sin necesidad de realizar un análisis sobre los datos, extraer conclusiones, visualizarlas y entenderlas. Estas visualizaciones realizarían con Python, principalmente usando las librerías pandas, NumPy, Matplotlib, Seaborn, Scipy.stats.

El programa en este caso importaría la base de datos transformada en la fase 1 para realizar las visualizaciones. Cumple similitudes con la fase anterior, en la cual se detecta la localización de la columna de género y edad para realizar análisis específicos en estas áreas. A su vez, define los mismos índices cognitivos previamente estipulados y detallados de manera que las visualizaciones se hacen en base a los mismos datos que el análisis numérico.

Para la correcta visualización de los datos se delimita la proporción y el tamaño que deben tener los gráficos, y se realizarán bandas de color para facilitar la comprensión de los mismos. Por debajo de 85, se considera que se encuentra por debajo del rango normal, considerándose límite en la mayoría de las pruebas. Esta área se coloraría en rojo. En 90 también se realizaría otra división puesto que podría considerarse que es el valor a partir del cual los resultados son comunes. Esto no aplicaría a las funciones ejecutivas.

Se emplearía gráfico de líneas, que permitieran empleando diversas líneas por cada uno de los grupos estudiados, visualizar los resultados para cada índice cognitivo estudiado, de manera sencilla y directa. Esto se podría efectuar tanto por grupos (tipos de TEAF o no TEAF), género y edad.

A su vez se podría realizar un boxplot en cada uno de los casos, el cual permitiría visualizar de un solo vistazo, la mediana, extremo superior e inferior, percentil 25 y percentil 75, y datos atípicos.

El programa crearía todas estas visualizaciones para cada uno de índices cognitivos que son analizados y se guardarían en un jpeg para su posterior análisis o uso.

Resultados

Tras la limpieza de los datos, se ha reducido el número de filas de 407 a 232 eliminándose todas aquellas filas que no contenían información. A su vez, se ha reducido el número de columnas de 213 a 212, resultado de la simplificación de la edad.

Con el fin de conocer mejor la muestra comprobamos el análisis descriptivo de la base de datos, en el cual podemos comprobar la organización nuestra base de datos y su contenido. Un 65% de las muestras son hombres, a su vez, la edad promedio de las personas analizadas es de 14,5 años. Por otro lado, un 76% de las personas presentan algún otro trastorno. Esto nos permite tener una visión más específica sobre en qué consiste nuestra Base de Datos

Con la base de datos limpiada, se puede proceder al análisis de esta, y comprobar si hay conclusiones que puedan ser útiles para los profesionales y los afectados. En esta fase es relevante señalar que los datos sobre las personas que no presentan TEAF pueden estar viciados. Esto se debe a que son personas que han sido estudiadas por posiblemente presentar TEAF, lo cual puede causar que estas personas puedan presentar características previamente. 79 de los registros son de personas que no presentan TEAF, los cuales, en un 67%, presentan algún otro trastorno.

El análisis se centrará en cada uno de los índices medidos, con el fin de comprobar la incidencia de manera detallada.

La columna DxTEAF hace referencia al tipo de TEAF observación.

- 0 es para el PFAS o TEAF parcial.
- 1 para el TEAF o FAS completo o FAS.
- 2 para el ARND.
- 3 para las personas que no presentan ninguna de estos tipos.

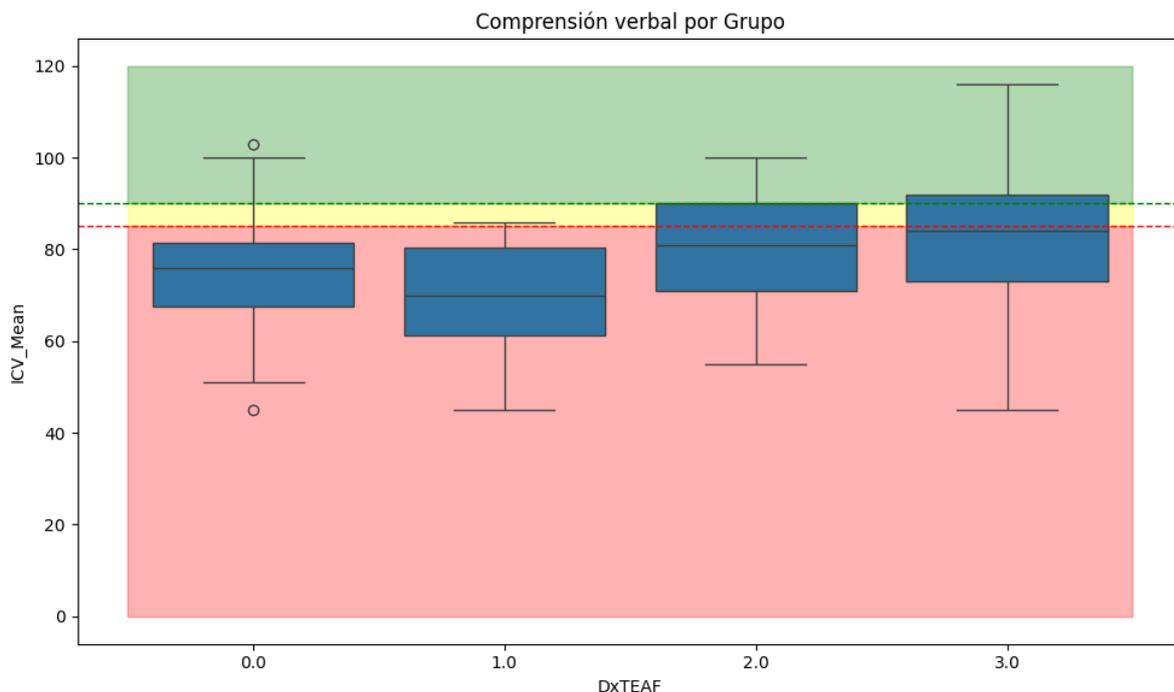
En cuanto al resto de columnas

- Count es el conteo de observaciones
- Mean es la media
- std es la desviación típica
- Min es mínimo

- Max es máximo
- Mean_sex_0 hace referencia a la media en las mujeres
- mean_sex_1 hace referencia a la media en los hombres

La comprensión verbal mide la capacidad para entender, usar y pensar con palabras y conceptos verbales. Las personas con FAS diagnosticado tuvieron una media de 70,12, un valor máximo de 86, estando el valor máximo en zona límite, teniendo el sexo masculino una media de 74.7 frente a 65.6 el género femenino. En el resto de los grupos, la media del género masculino es ligeramente superior a su vez. Las personas con PFAS Y ARND tuvieron un 75.07 y 80,34 de media respectivamente; el grupo de la gente que no tiene diagnosticado TEAF es de 83, y su valor máximo es de 116, el cual es un 15% superior al resto, y presentan la mayor desviación entre sus datos.

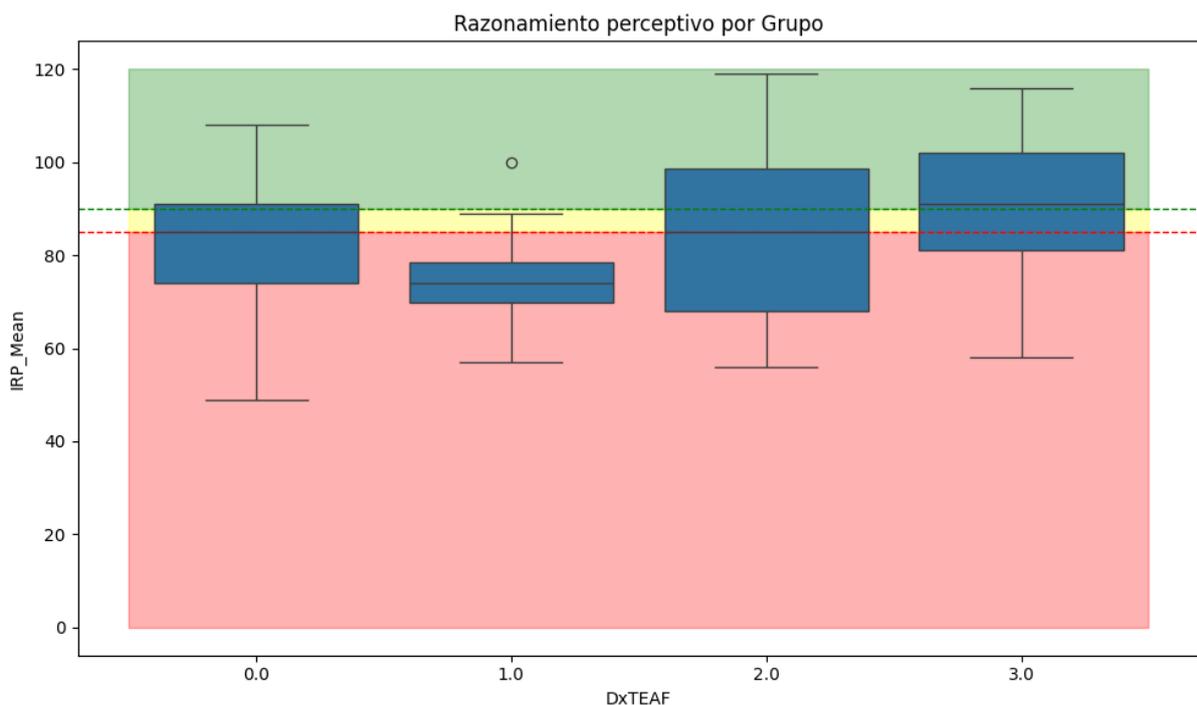
DxTEAF	count	mean	std	min	max	median	mean_sex_0	mean_sex_1
0	67	75,07	11,62	45	103	76	73,56	75,98
1	24	70,12	11,95	45	86	70	65,58	74,67
2	35	80,34	12,53	55	100	81	79,08	81,09
3	71	82,96	14,23	45	116	84	79,94	83,98



El índice de razonamiento perceptivo por otro lado mide la capacidad resolver problemas nuevos, sin depender del lenguaje ni del conocimiento previamente aprendido. las personas

con FAS tuvieron una media de 75.75, siendo de 85 en el caso de las mujeres y 70 en el caso de los hombres. Las personas con PFAS y ARND tuvieron un 82.41 y 85.09 de media respectivamente, teniendo las mujeres una media superior marginalmente. Su desviación típica de los pacientes con TEAF es un 25% inferior que el resto de los pacientes; cosa que se puede deber a la menor cantidad de análisis. Los pacientes sin FAS o algún subtipo tuvieron una media de 90,9 en esta área, con el género masculino estando en 7 puntos por encima de media.

DxTEAF	count	mean	std	min	max	median	mean_sex_0	mean_sex_1
0	29	82,41	16,12	49	108	85	83,17	81,88
1	8	75,75	13,32	57	100	74	85	70,2
2	23	85,09	17,67	56	119	85	85,46	84,6
3	21	90,9	17,49	58	116	91	85,75	92,12



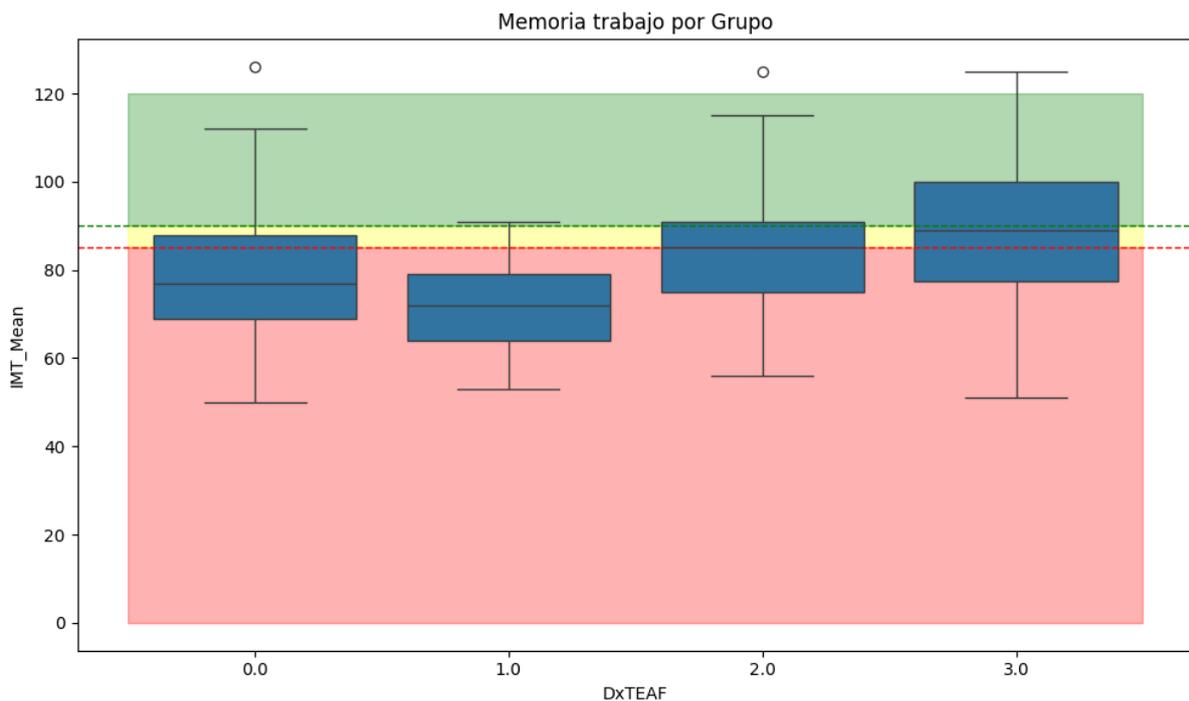
El razonamiento perceptivo aparece en el examen WISCV, la última versión, como razonamiento fluido. En este caso, la nota media en los individuos con FAS es de 79,84, y un valor máximo de 100. Los individuos con ARND y PFAS han obtenido en este caso 91 y 81,7 de media respectivamente. En el caso del ARND, las mujeres han obtenido 9 puntos por encima de la media de los hombres, en el resto han obtenido entre 3 y 5 puntos de media los hombres.

DxTEAF	count	mean	std	min	max	median	mean_sex_0	mean_sex_1
--------	-------	------	-----	-----	-----	--------	------------	------------

0	38	81,68	12,99	51	121	79	79,92	82,5
1	19	79,84	12,72	55	100	82	78,09	82,25
2	20	90,95	9,08	72	112	91	98	89,71
3	52	89,67	13,34	51	123	88	86,8	90,84

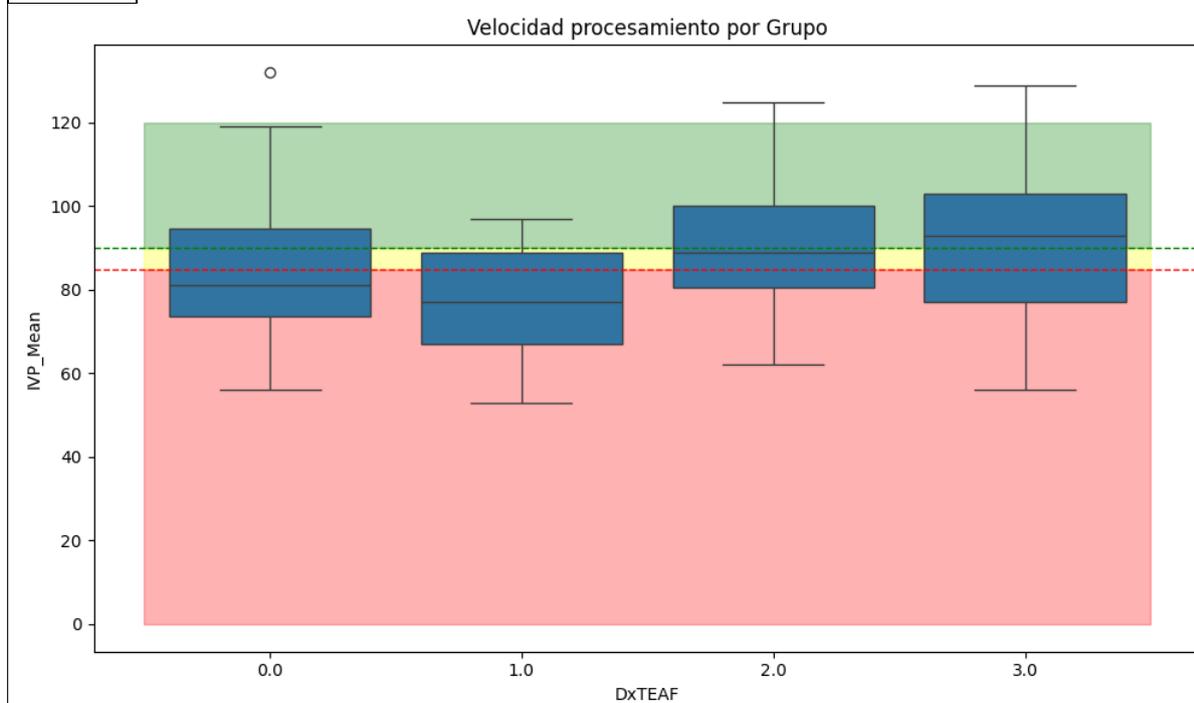
El índice de memoria de trabajo consiste en la retención temporal de información y la manipulación de esta para resolver tareas. Las personas con FAS diagnosticado tuvieron una media de 71.66 frente a las personas con PFAS y ARND, que tuvieron un 79.45 y 85.35 de media respectivamente. El valor máximo en FAS ha sido de 91, frente a 126 y 125 en PFAS y ARND respectivamente. Las personas sin FAS obtuvieron una media de 89,72 en esta área. A su vez, la desviación típica (variabilidad) tiene unos valores un 25% inferiores para los casos de FAS.

DxTEAF	count	mean	std	min	max	median	mean_sex_0	mean_sex_1
0	74	79,45	15,33	50	126	77	80,04	79,12
1	29	71,66	11,27	53	91	72	71,12	72,31
2	43	85,35	16,58	56	125	85	85,69	85,15
3	78	89,72	16,73	51	125	89	89,82	89,69



El índice de velocidad de procesamiento mide la eficiencia cognitiva básica. las personas con FAS diagnosticado tuvieron una media de 76,48. Las personas con PFAS Y ARND tuvieron un 83,59 y 89,65 de media respectivamente. El valor máximo en FAS ha sido de 97, frente a 132 y 125 en PFAS y ARND respectivamente. Las personas que no presentan FAS tuvieron una media de 90,54. Se aprecia un hecho y es que en los casos de FAS parcial y de no presentar FAS, las mujeres están entre 5 y 7 puntos por encima de los hombres.

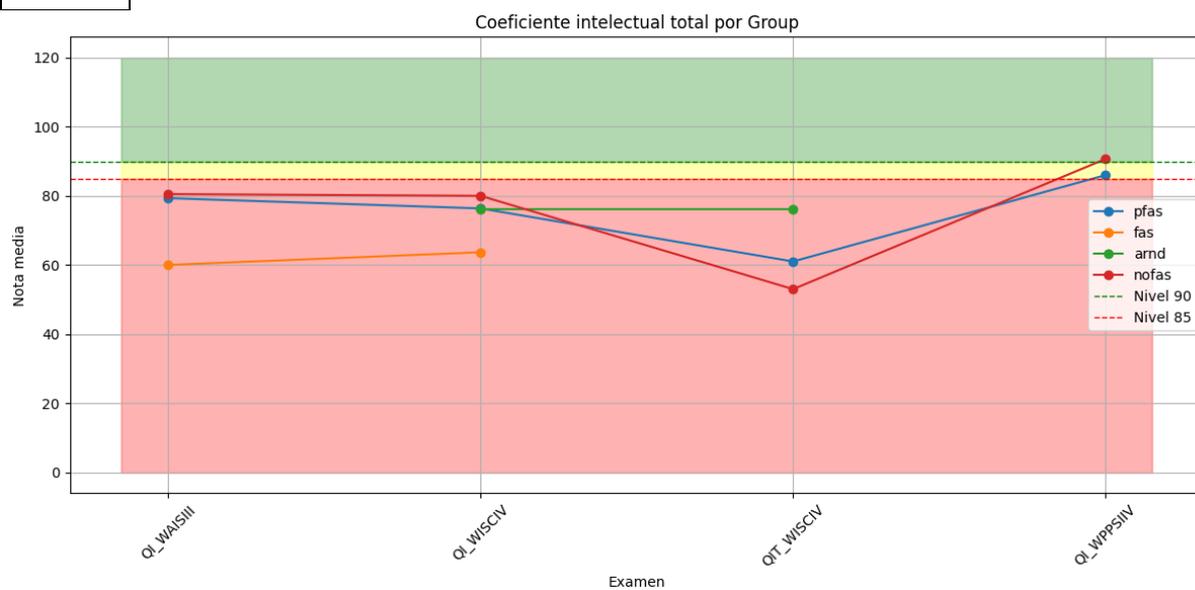
DxTEAF	count	mean	std	min	max	median	mean_sex_0	mean_sex_1
0	74	83,59	15,29	56	132	81	86,77	81,88
1	29	76,48	13,57	53	97	77	76,5	76,46
2	43	89,65	13,83	62	125	89	90,94	88,89
3	78	90,54	16,5	56	129	93	95,42	88,97



En cuanto al coeficiente intelectual, hay pocas observaciones, pero en el caso del FAS tienen una media de 62.2 y en el caso de PFAS de 77.11. Las personas que no presentan ni TEAF ni sus subtipos tienen una media de 83.3

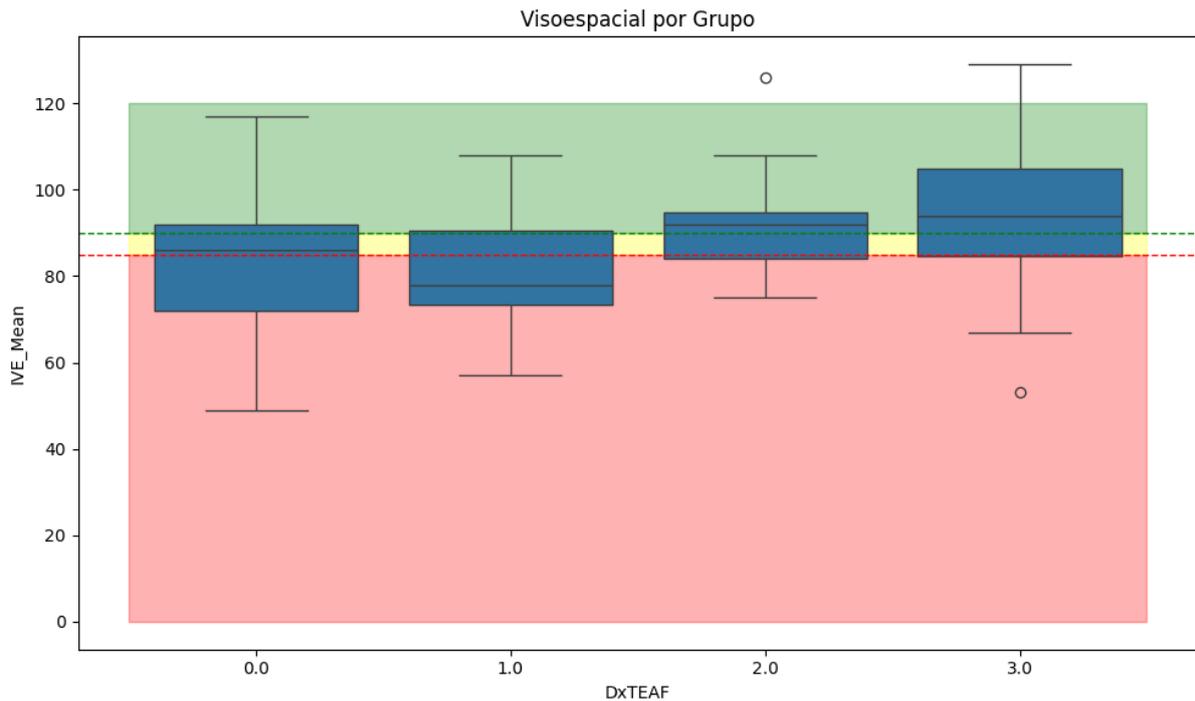
DxTEAF	count	mean	std	min	max	median	mean_sex_0	mean_sex_1
0	18	77,11	12,98	44	98	80,5	78,57	76,18
1	5	62,2	11,61	54	82	57	67,33	54,5
2	1	76		76	76	76	76	

3 | 10 83,3 17,82 53 111 88 82 83,62



En cuanto a la Visión espacial, las personas con FAS tienen un valor medio en esta área de 82,21, en comparación a las personas con PFAS que su valor medio es de 84,32 y ARND con un valor medio de 91.9. Las personas que no tienen ningún tipo de FAS tienen una media de 94,6. El valor máximo en el caso del TEAF es un 10% inferior en el caso del FAS parcial y en torno al 20% inferior para el resto de los casos.

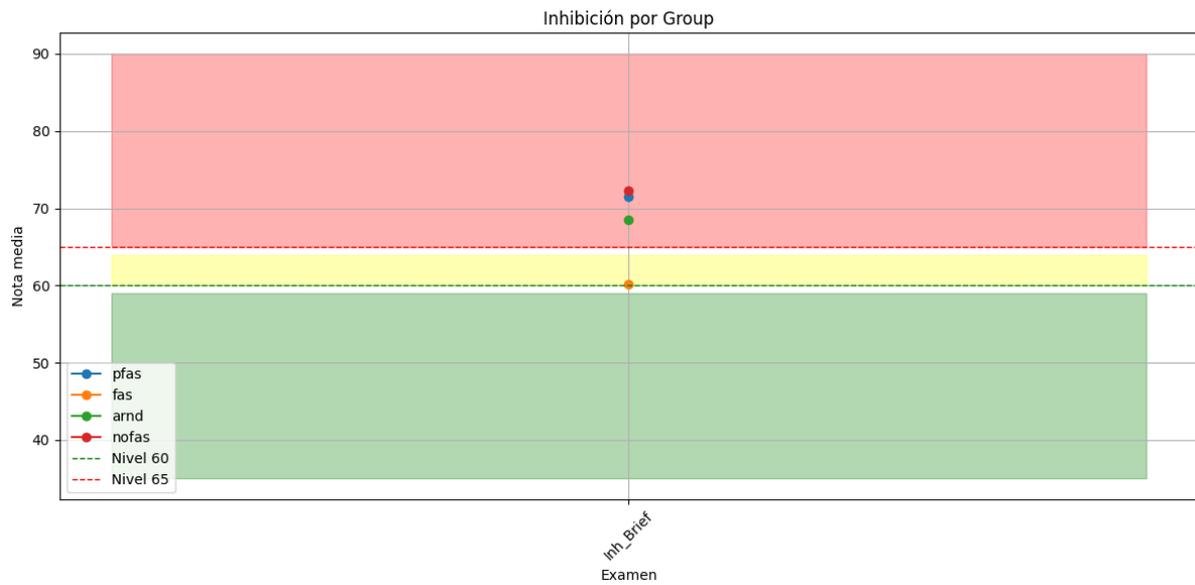
DxTEAF	count	mean	std	min	max	median	mean_sex_0	mean_sex_1
0	38	84,32	14,29	49	117	86	83,33	84,77
1	19	82,21	12,85	57	108	78	78,73	87
2	20	91,9	11,11	75	126	92	99	90,65
3	52	94,58	17,64	53	129	94	91,47	95,84



En el caso de los análisis de las funciones ejecutivas, el análisis se hará únicamente teniendo en cuenta las medias, debido a la reducida cantidad de datos. El motivo de esto es que la falta de observaciones causa que el resto de las variables no sean fiables para su comparación. En este caso, el rango límite no se estudia como en los casos anteriores. En el examen Brief, la media se encuentra en 50, por lo que, por debajo de 60 se considera normal; entre 60 y 65 se considera rango limítrofe, la atención clínica está recomendada; y por encima de 65 (incluido) se considera clínicamente significativo, indicando problemas en las funciones ejecutivas. En este caso, cuanto más baja la puntuación, menos dificultades presenta.

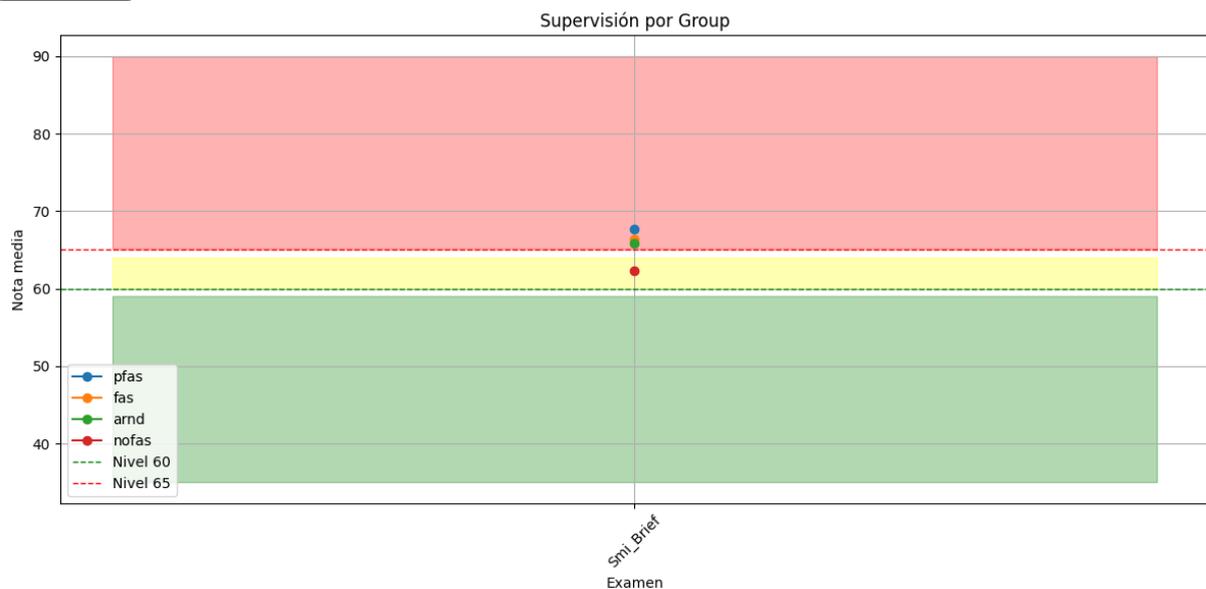
Comenzando con la inhibición, la cual es la capacidad para controlar impulsos, los individuos con FAS presentaban una puntuación de 60 frente a 71.5 en el PFAS, 68,6 para el ARND y 72,33 para los que no presentaban ninguna tipología.

DxTEAF	count	mean	std	min	max	median	mean_sex_0	mean_sex_1
0	11	71,55	8,77	60	85	70	63,5	76,14
1	6	60,17	7	50	68	61,5	56,5	62
2	7	68,57	11,16	54	82	68		68,57
3	9	72,33	12,68	55	89	74	60,5	75,71



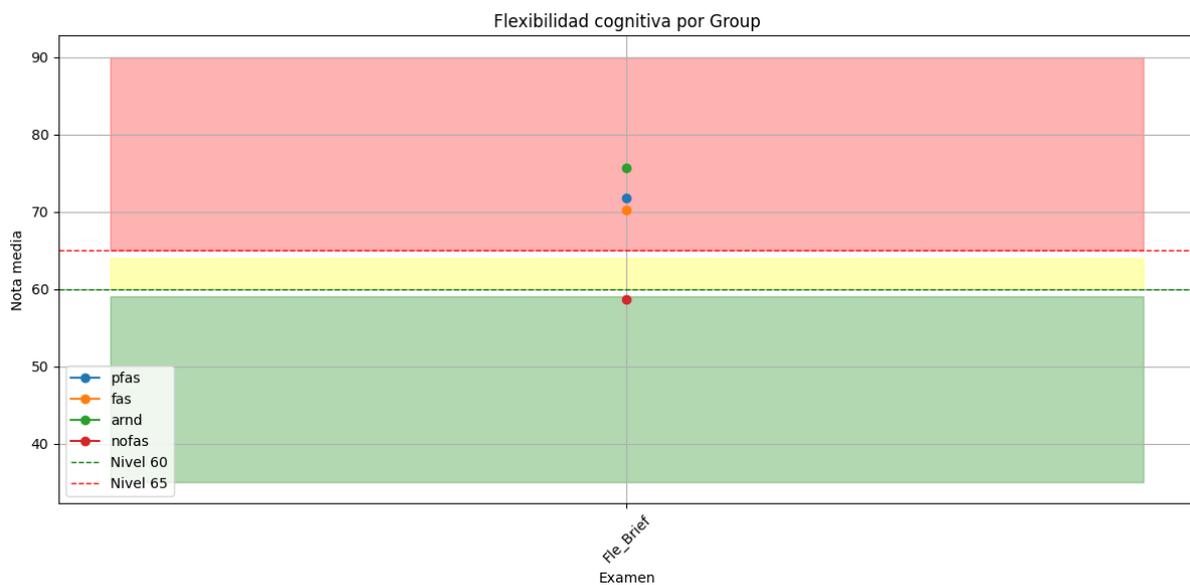
En cuanto a la supervisión, la habilidad para monitorear y evaluar el desempeño propio. Las personas con FAS tienen una media de 66,3 frente a 67.7 en el PFAS, 65.8 para el ARND y 62,3 para los que no presentaban ninguna tipología.

DxTEAF	count	mean	std	min	max	median	mean_sex_0	mean_sex_1
0	11	67,73	10,8	52	85	69	60,75	71,71
1	6	66,33	9,27	57	81	64	71	64
2	7	65,86	15,19	46	84	62		65,86
3	9	62,33	12,21	40	79	61	50,5	65,71



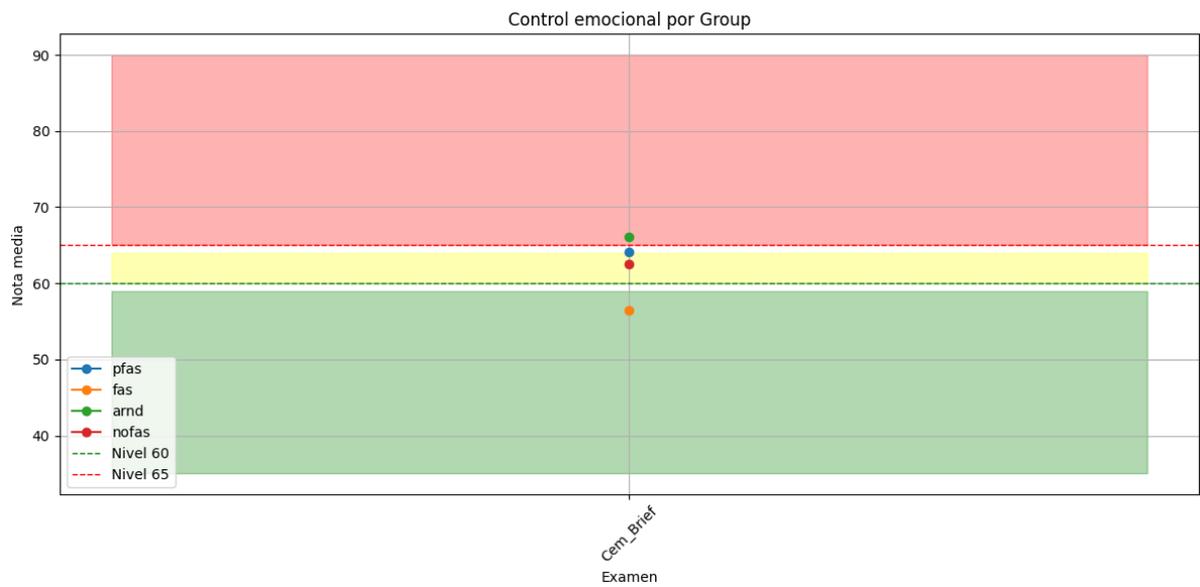
La flexibilidad cognitiva es la capacidad para cambiar de estrategia o adaptarse a nuevas reglas o situaciones. Los pacientes con FAS tienen una media de 70.2 frente a 72 en el PFAS, 76 para el ARND y 59 para los que no presentaban ninguna tipología.

DxTEAF	count	mean	std	min	max	median	mean_sex_0	mean_sex_1
0	11	71,82	14,3	47	97	70	62,75	77
1	6	70,17	14,25	50	93	69,5	63	73,75
2	7	75,71	9,3	65	93	73		75,71
3	9	58,67	13,88	42	86	60	50	61,14



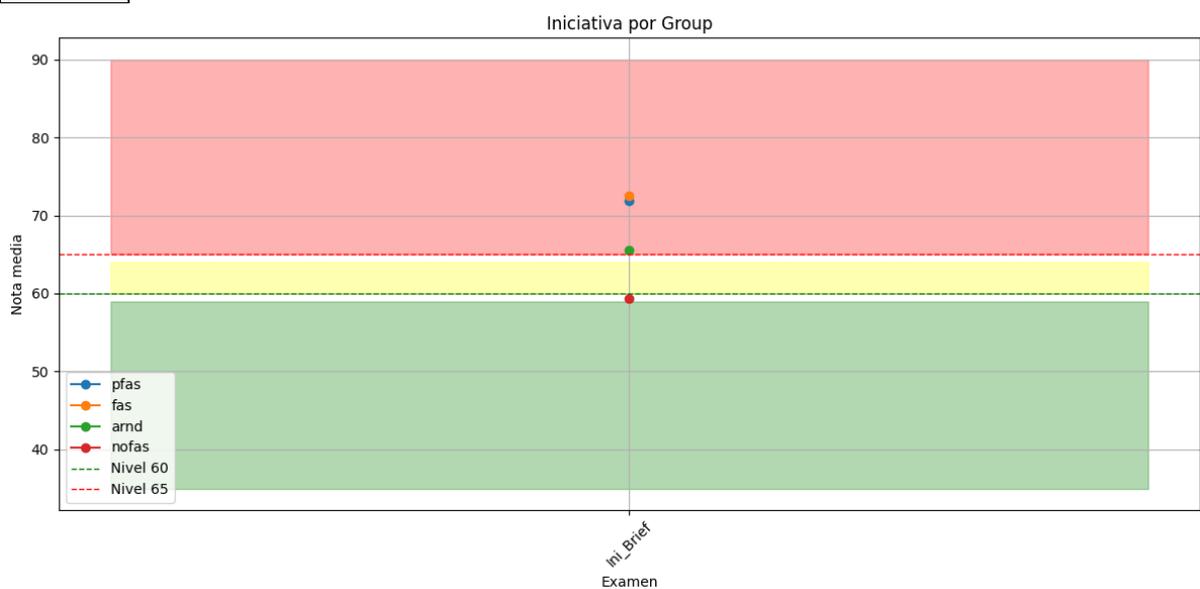
Control emocional consiste en la capacidad para regular reacciones emocionales y la media para los individuos con FAS en este caso es de 56, estando en el rango 'normal'. Individuos con PFAS, ARND tuvieron una media de 64 y 66 respectivamente y los que no tenían ninguna tipología de TEAF, 62.6.

DxTEAF	count	mean	std	min	max	median	mean_sex_0	mean_sex_1
0	11	64,18	11,08	45	82	67	57,25	68,14
1	6	56,5	14,29	40	82	55,5	53	58,25
2	7	66,14	12,33	46	79	70		66,14
3	9	62,56	13,05	43	79	65	55	64,71



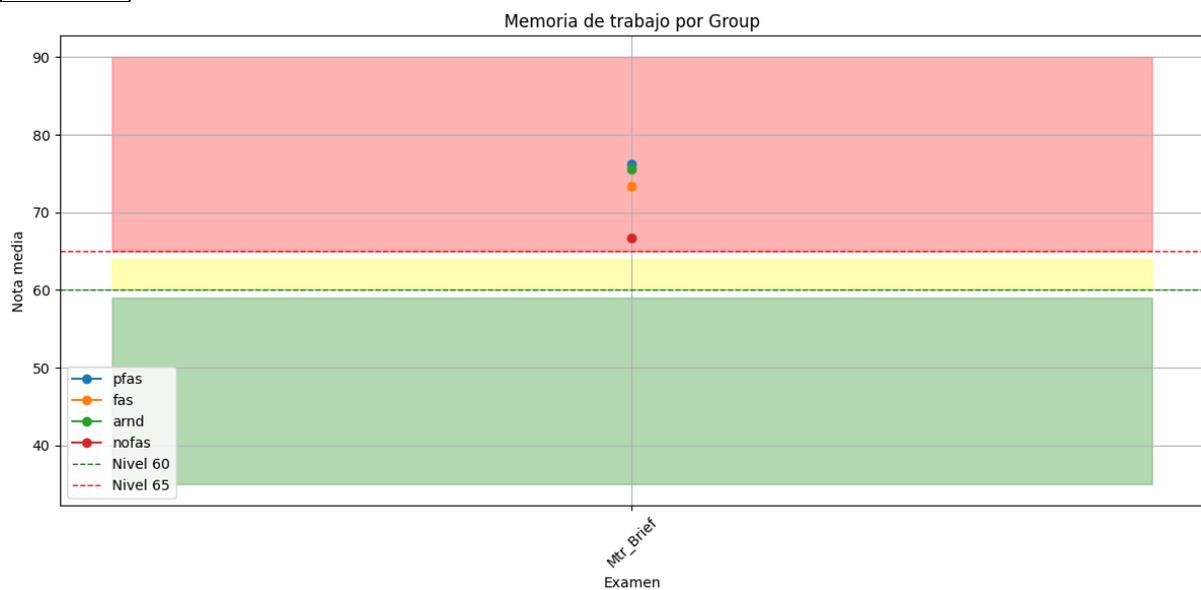
En cuanto a la Iniciativa, entendida como la capacidad para comenzar tareas o generar ideas de forma espontánea y autónoma, la media de los pacientes de TEAF fue la más alta, 72,5. En cuanto al resto de tipologías, PFAS tuvo un 71,9 de media, ARND 65,57. Los que no fueron clasificados en ninguna tipología tuvieron un 59,3 de media.

DxTEAF	count	mean	std	min	max	median	mean_sex_0	mean_sex_1
0	11	71,91	11,87	54	91	73	67,25	74,57
1	6	72,5	19,31	43	87	83,5	65	76,25
2	7	65,57	11,43	55	85	60		65,57
3	9	59,33	11,69	43	75	59	48,5	62,43



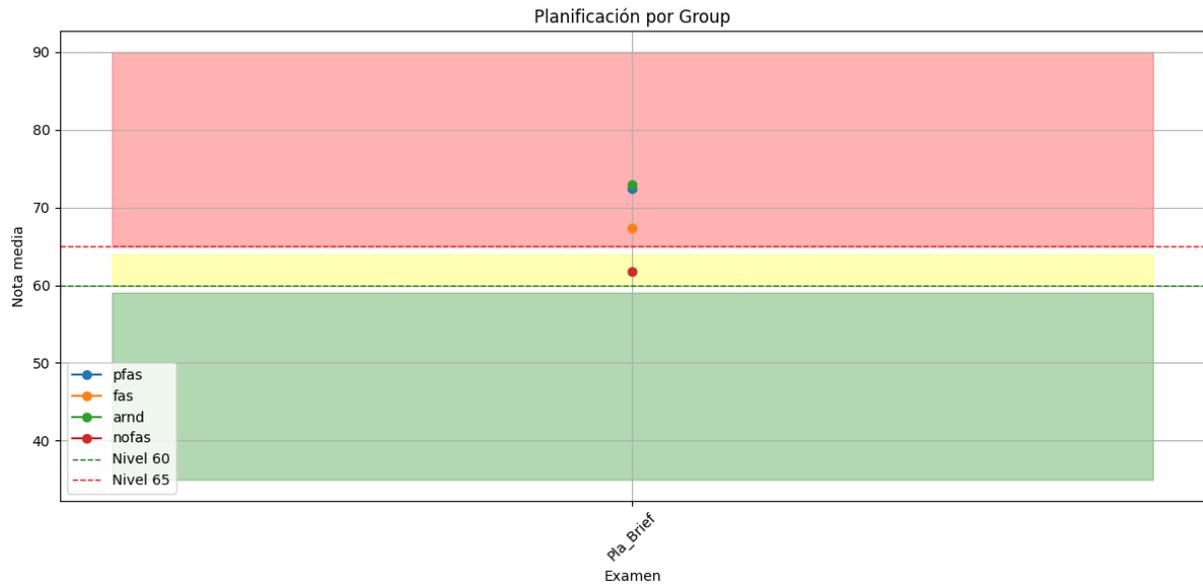
Por otro lado encontramos la memoria de trabajo ya analizada previamente. Los resultados en este apartado fueron ligeramente superiores para los individuos con FAS obteniendo un 73,3 de media; sin embargo en el caso del PFAS y ARND descendieron abruptamente, teniendo 76,3 y 75,6 respectivamente. Los individuos sin tipología tuvieron un 66,7

DxTEAF	count	mean	std	min	max	median	mean_sex_0	mean_sex_1
0	11	76,27	7,06	67	88	76	78	75,29
1	6	73,33	10,82	56	89	74,5	83	68,5
2	7	75,57	5,13	66	81	76		75,57
3	9	66,67	13,96	46	86	61	51	71,14



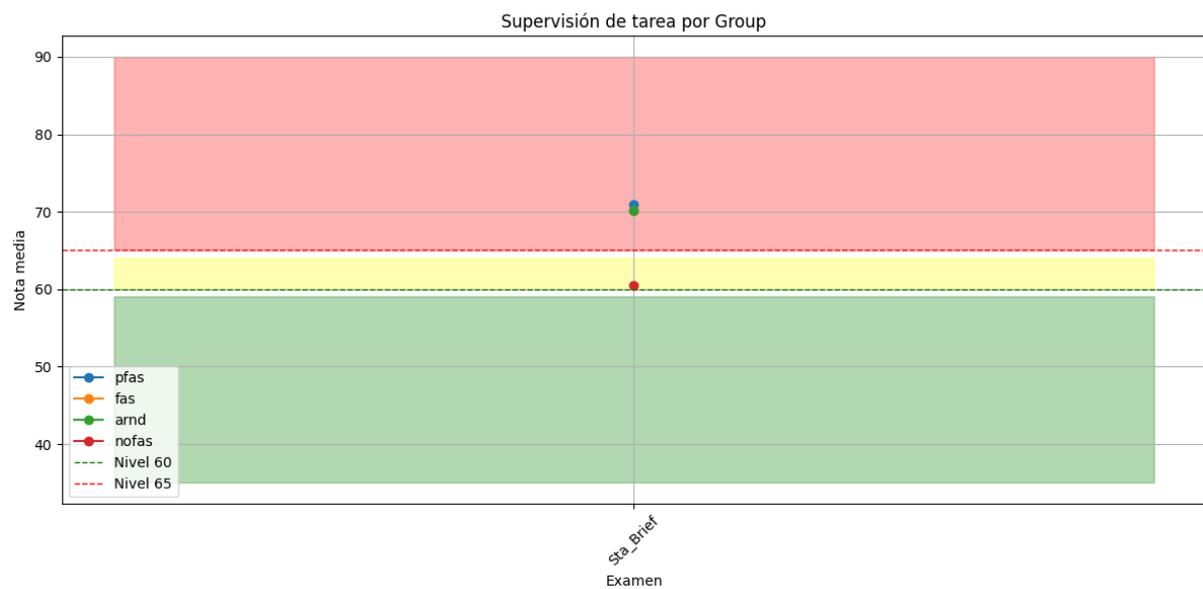
La planificación, es la habilidad para organizar pasos para lograr una meta. la media en estos casos es de 67,3 para los casos con FAS, 72,5 y 73 para los casos con PFAS y ARND; y 61,8 para los individuos sin tipología analizada.

DxTEAF	count	mean	std	min	max	median	mean_sex_0	mean_sex_1
0	11	72,45	8,29	57	87	75	66,5	75,86
1	6	67,33	9,48	55	78	67	63	69,5
2	7	73	4,12	64	75	75		73
3	9	61,78	10,47	48	81	61	55	63,71



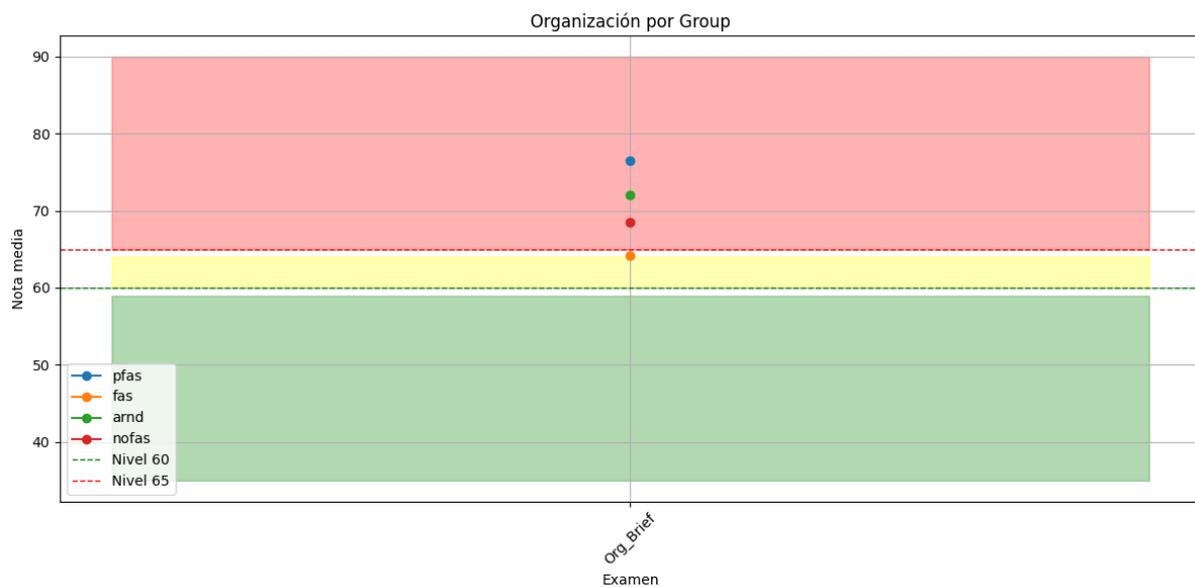
La supervisión de tarea consiste en la capacidad para seguir y revisar una actividad hasta completarla tuvo un resultado de 70 para el FAS y ARND, 71 para el PFAS; y 60,6 para los que no presentan ninguna de las tipologías.

DxTEAF	count	mean	std	min	max	median	mean_sex_0	mean_sex_1
0	11	71	6,53	55	82	72	73,25	69,71
1	6	70,17	10,34	61	86	67,5	79	65,75
2	7	70,14	4,56	65	75	70		70,14
3	9	60,56	7,68	47	74	61	49,5	63,71



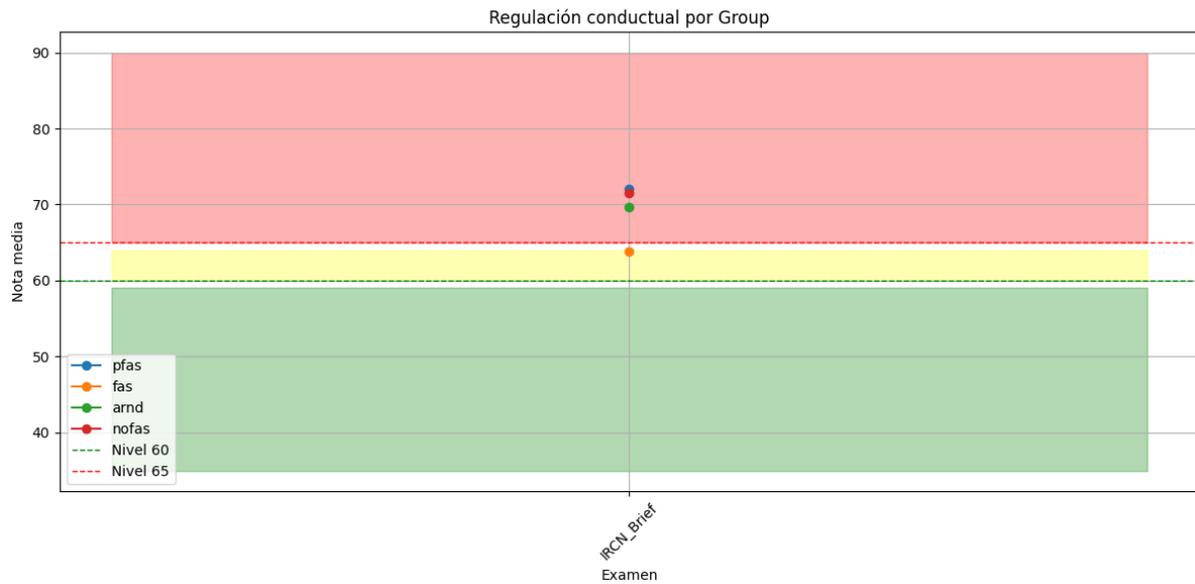
En la organización para estructurar información, materiales y entornos los individuos con FAS han obtenido un 64,2; las personas con ARND un 72, las personas con PFAS, un 76,6 y las personas sin tipología, un 68,55.

DxTEAF	count	mean	std	min	max	median	mean_sex_0	mean_sex_1
0	11	76,55	15,92	48	93	84	73,25	78,43
1	6	64,17	10,8	48	76	64,5	62	65,25
2	7	72	13,92	57	88	63		72
3	8	68,5	17,97	38	93	65	63,5	70,17



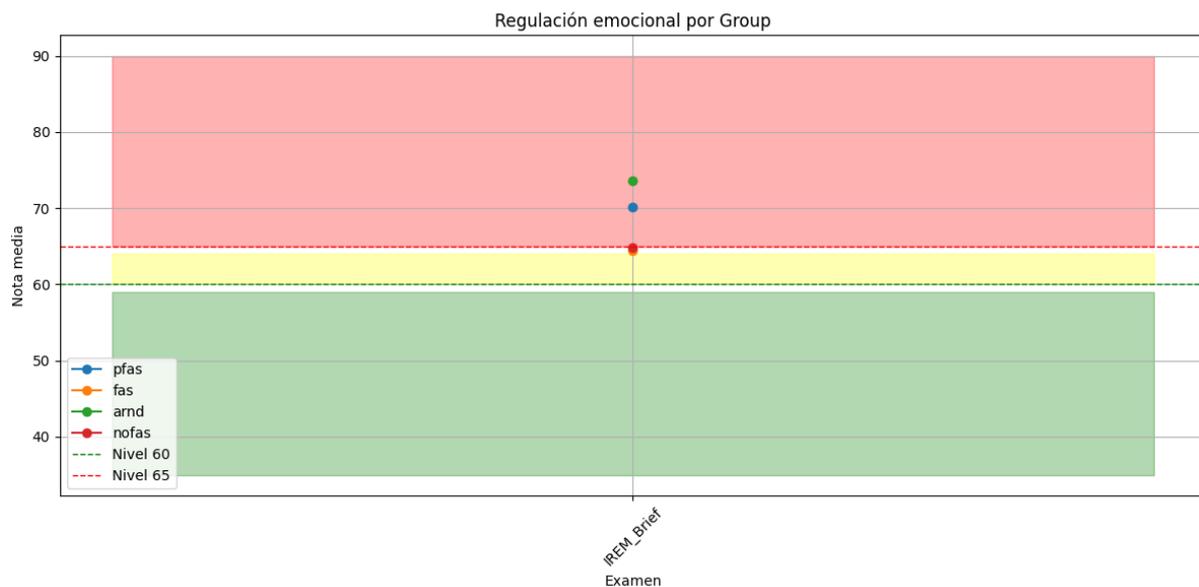
Sobre la regulación conductual, que regula el comportamiento según normas sociales o contextos, la media para el FAS fue de 64, para el PFAS de 72, para el ARND de 69 y para los que no presentaban ninguna, 71,5.

DxTEAF	count	mean	std	min	max	median	mean_sex_0	mean_sex_1
0	11	72	9,53	61	88	72	63,75	76,71
1	6	63,83	5,85	56	72	63	63	64,25
2	7	69,71	9,84	51	78	74		69,71
3	8	71,5	13,75	50	86	71	58	76



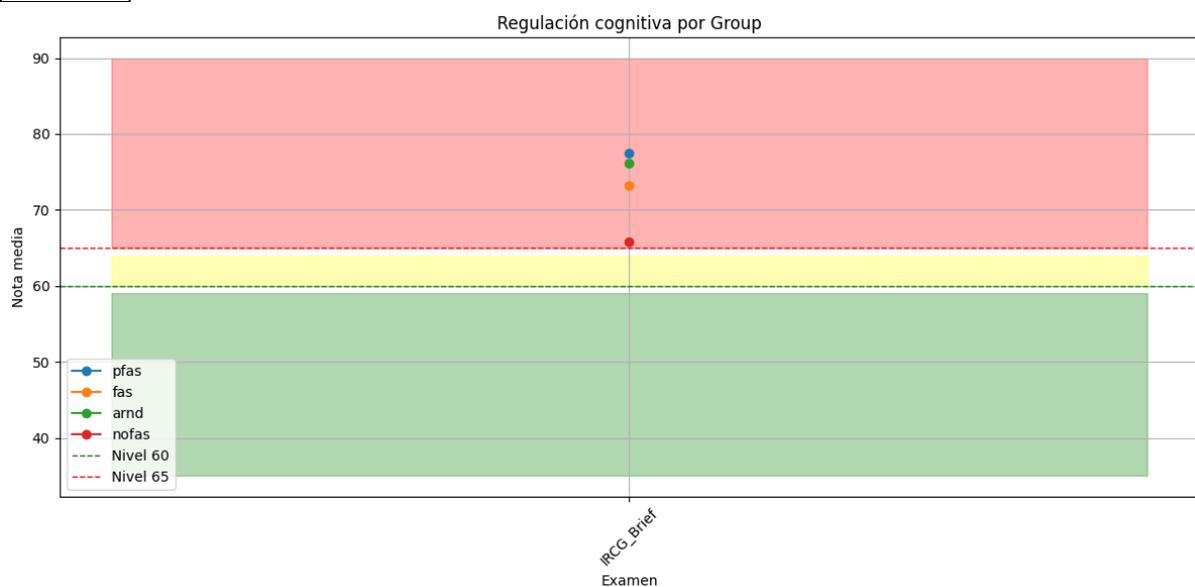
En cuanto a la regulación emocional, el mantener un estado emocional estable y apropiado a la situación, los individuos con FAS tuvieron un 64,5, en cuanto a los individuos con PFAS, un 70,2; los individuos con ARND 73,6 y los que no presentaban ninguna, 64,9.

DxTEAF	count	mean	std	min	max	median	mean_sex_0	mean_sex_1
0	11	70,18	12,77	49	94	71	61	75,43
1	6	64,5	16,28	48	94	61,5	58,5	67,5
2	7	73,57	5,5	63	81	73		73,57
3	8	64,88	13,87	44	83	66,5	53,5	68,67



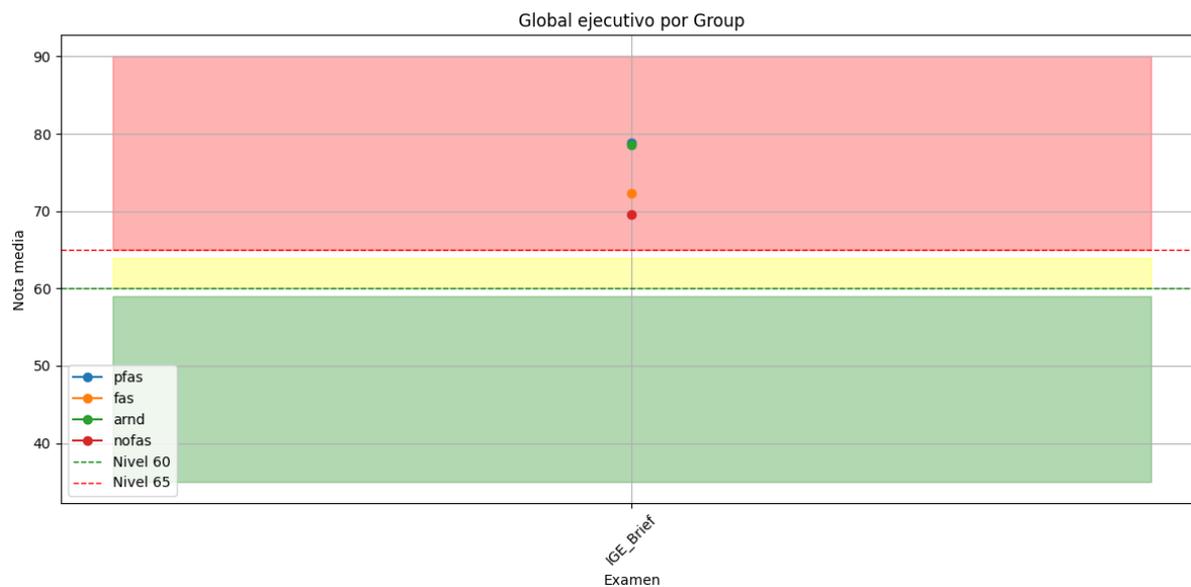
La regulación cognitiva es la capacidad para gestionar procesos mentales como la atención, pensamiento y razonamiento. La persona que no presentan ninguna de las tipologías han obtenido un 65,8, frente al 77,5, 73,2 y 76,1 de las personas con PFAS, FAS y ARND respectivamente.

DxTEAF	count	mean	std	min	max	median	mean_sex_0	mean_sex_1
0	11	77,45	7,66	62	89	76	75,75	78,43
1	6	73,17	10,34	57	84	74,5	74,5	72,5
2	7	76,14	4,56	67	80	78		76,14
3	8	65,75	13,26	54	88	63	54	69,67



En cuanto al valor global ejecutivo, la media en las personas con FAS ha sido de 72,3, las personas con PFAS 78,8 y con ARND 78,6. Las personas que no tenían ninguna tipología han obtenido un 69,6.

DxTEAF	count	mean	std	min	max	median	mean_sex_0	mean_sex_1
0	11	78,82	10,12	59	94	80	71	83,29
1	6	72,33	9,03	60	83	74,5	71	73
2	7	78,57	4,93	72	83	81		78,57
3	8	69,62	15,2	52	90	68	55,5	74,33



En este apartado, en donde aparecen los resultados de las funciones ejecutivas, se comprueban los hechos adelantados previamente. La poca cantidad de observaciones en las funciones ejecutivas causa que tengan valores poco fiables. Por otro lado, los bajos resultados en las personas que no tienen ninguno de los subtipos de FAS es un claro indicativo que este grupo puede estar viciado, puesto que posiblemente presenten estas características pero se deba a una causa diferente a la de la ingesta de alcohol en el embarazo.

Conclusiones

A primera vista, las puntuaciones obtenidas en los principales índices cognitivos (comprensión verbal, razonamiento perceptivo, razonamiento fluido, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento) muestran rendimientos inferiores en las personas que presentan FAS completo frente a aquellas que presentan FAS parcial, ARND, o no presentan ninguno de estos tipos de trastorno. Este patrón ya ha sido descrito en otros estudios clínicos tempranos. En la muestra no solo se corrobora dicha información sino que se sitúa en rangos por debajo a la literatura especializada.

Los efectos en el habla (capacidad verbal) y memoria se demuestran con los déficits en los índices de comprensión verbal y de memoria del trabajo. En el caso de la comprensión verbal, la media de 70,12 en FAS completo se aleja en casi 15 puntos de la media aproximada de 85 descrita para la exposición prenatal al alcohol (Mattson et al., 1997). Esta puntuación supone un deterioro significativo en habilidades de lenguaje receptivo y expresivo, con graves consecuencias en el rendimiento académico y la adquisición de habilidades comunicativas. Por otro lado, en la Memoria de Trabajo, los individuos con FAS completo puntuaron una media de 71,66; suponiendo un déficit de más de 8 puntos respecto a la media de ≈ 80 establecida en trabajos de Mattson et al. (1998). Esto es relevante debido a que consiste en dificultades en retención y manipulación de información, lo cual termina suponiendo problemas de atención sostenida y desempeño escolar bajo.

Por otro lado, en cuanto a las alteraciones visuales y de procesamiento, el razonamiento perceptivo posee una media de 75,75, encontrándose 12 puntos por debajo de la media de 88 observada en meta-análisis de población FASD (Jacobson et al., 1998). Esto tiene graves consecuencias en la capacidad para interpretar estímulos visuales complejos, lo cual afecta las actividades cotidianas como la navegación espacial y la resolución de problemas no verbales. En cuanto a la Velocidad de Procesamiento, la media de 76,48 supone un decremento de casi 9 puntos respecto al estándar de 85. Esta puntuación refleja una baja velocidad en las tareas de búsqueda de símbolos y la toma de decisiones rápidas. Esta se asocia con dificultades en la fluidez lectora y en la ejecución de tareas cronometradas (Jacobson et al., 1998).

Tanto en la literatura científica como en este estudio se estipula que las mujeres suelen superar a los hombres en velocidad de procesamiento. Sin embargo, esta ventaja se elimina cuando existen efectos del alcohol prenatal (Smith et al., 2023). Esto supone que en la velocidad de procesamiento, los efectos del alcohol son mayores en las mujeres. En esta muestra, mientras que el PFAS y el grupo sin FAS presentaba diferencia mujer-hombre de 5-7 puntos a favor de ellas; en el caso del ARND esta diferencia es de apenas 1 punto; y en el FAS completo prácticamente desaparece.

Contrario a la hipótesis clásica y enunciada al inicio del trabajo, en donde se estipula que existe un mayor impacto de FAS en funciones ejecutivas como regulación emocional y conductual. En el caso de nuestra muestra esto no se refleja. En los siguientes índices:

- Regulación Emocional
- Regulación Conductual
- Organización
- Inhibición
- Control Emocional

La puntuación más baja (más positivo es para los casos con FAS completo comprobado, en ocasiones situándose en la franja límite o en la norma. Este hallazgo, puede deberse en parte al reducido tamaño de la muestra. Sin embargo, sugiere que algunas funciones ejecutivas podrían estar relativamente menos afectadas en ciertos individuos con FAS completo, lo cual supondría la presencia de mecanismos compensatorios o de reserva cognitiva (Connor et al., 2000). Esto afecta que en el global ejecutivo aparezca por detrás de aquellos pacientes que no presentan ningún tipo de FAS, siendo los segundos con una puntuación más normal.

Los resultados, específicamente indican que la regulación emocional y conductual se encuentran en la franja límite, al igual que la organización. Y, por otro lado, la inhibición y el control emocional tienen un comportamiento cercano a lo normal.

Analizando las correlaciones entre los distintos índices se comprueban diversos hechos. Por un lado una correlación casi perfecta de 0,92 entre el razonamiento perceptivo y la supervisión de tareas, mostrando una evidente relación entre la capacidad de razonar y la capacidad de supervisar el trabajo propio.

Por otro lado, la alta correlación entre el razonamiento perceptivo y la planificación, con un valor de 0,79 justifica la hipótesis de Field (2013). La habilidad para procesar estímulos visuales se asocia estrechamente con la capacidad de monitorizar y planificar acciones.

La regulación emocional está estrechamente relacionada con la flexibilidad cognitiva, con un valor de 0,81; indicando una relación entre la capacidad de regular las emociones propias y la capacidad de adaptarse a otras circunstancias.

Existe una estrecha relación entre la regulación cognitiva con la memoria de trabajo (0,90) y con la planificación (0,85). Esto señala una clara influencia de la capacidad de gestionar procesos mentales con la capacidad de retener información y seguir unas tareas.

En base a estos coeficientes se confirman la interdependencia entre funciones ejecutivas “frías” (flexibilidad, memoria de trabajo) y “calientes” (regulación emocional y cognitiva) que han descrito otros modelos (Miyake et al., 2000). Las correlaciones entre las funciones ejecutivas y el resto de los índices oscilaron en un rango de $-0,30$ a $0,30$, indicando interacciones débiles entre ellas.

Limitaciones.

Las limitaciones de este trabajo han sido señaladas en diversas ocasiones a lo largo del análisis, y es la limitada cantidad de muestras que hay. Debido a la necesidad de una base de datos compleja, completa y específica; se ha recurrido a emplear una base de datos antigua para su análisis. Ha supuesto la principal limitación en el trabajo, con una mayor cantidad de datos se habría conseguido una mayor precisión y unos datos más fiables, permitiendo realizar un análisis en mayor profundidad. A su vez, emplear individuos sin FAS, o individuos que no se realicen la prueba por sospechas de FAS, habría supuesto tener unos datos de las personas sin FAS más cercanos a los datos de la población normal; lo que habría generado resultados más fiables al comparar con este grupo.

Próximos pasos.

El primer paso del proyecto sería la distribución del estudio entre los distintos grupos interesados, con el fin de emplear los descubrimientos del proyecto en la mejora del conocimiento del trastorno. Entre estos se encontraría el Hospital Clinic de Barcelona y

VisualTEAF, por su aporte en el proyecto y por ser dos de los organismos que más pueden ayudar en su distribución.

Por otro lado, compartirlo con otras organizaciones como AFASaf y Safgroup que también están especialmente involucradas con aquellas personas con el trastorno. Otro conjunto al cual le beneficiaría enormemente es a los psicólogos clínicos, los cuales podrían emplear estos avances para sus diagnósticos.

La profundidad de las consecuencias del TEAF mostrada en este análisis ayudaría a la sanidad pública a entender la necesidad de combatir el trastorno prevenible más prevalente.

El trabajo podría ampliarse. Emplear la misma metodología y el mismo programa para ampliar el estudio, a una mayor cantidad de casos. Esto profundizaría en la información, aportando mayor fiabilidad, con lo cual se podría aportar un mayor detalle de los resultados y de las personas con el trastorno

Con este, el conjunto de la sociedad podrá comprobar la profundidad de los efectos del consumo del alcohol en el embarazo, lo cual causa daños irreversibles en el cerebro y, en una proporción mayor a la que se había estudiado. Se trata del principal trastorno prevenible, con la única solución siendo el conocimiento.

Bibliografía

Akison, L. K., Hayes, N., Vanderpeet, C., Logan, J., Munn, Z., Middleton, P., Moritz, K. M., Reid, N., & The Australian FASD Guidelines Development Group (2024). Prenatal alcohol exposure and associations with physical size, dysmorphology and neurodevelopment: a systematic review and meta analysis. *BMC Medicine*, 22, 467. <https://doi.org/10.1186/s12916-024-03656-w>

Astals Vizcaíno, M., & García Algar, Ó. (2023). *Guía sobre trastorno del espectro alcohólico fetal (TEAF)*. Fundación de Educación para la Salud (FUNDADEPS). https://fundadeps.org/wp-content/uploads/2024/07/GUIA_TEAF_2023.pdf

Astley, S. J., & Clarren, S. K. (2017). The standardization of diagnostic criteria for fetal alcohol spectrum disorders. *Canadian Journal of Clinical Pharmacology*, 24(1), e1–e10. <https://doi.org/10.1177/0706743718777398>

Brown, J. M., Bland, R., Jonsson, E., & Greenshaw, A. J. (2019). A brief history of awareness of the link between alcohol and fetal alcohol spectrum disorder. *Canadian Journal of Psychiatry*, 64(3), 164–168. <https://doi.org/10.1177/0706743718777403>

Centers for Disease Control and Prevention. (2024, 15 de mayo). *Data and Statistics on FASDs*. National Center on Birth Defects and Developmental Disabilities. Recuperado de <https://www.cdc.gov/FASd/data/index.html>

Clarke, M. E., & Gibbard, W. B. (2003). Overview of fetal alcohol spectrum disorders for mental health professionals. *Canadian Child and Adolescent Psychiatry Review*, 12(3), 57–63. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2582751/>

Connor, P. D., et al. (2000). “Neurobehavioral and neuroanatomical features in children with fetal alcohol spectrum disorders.” *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 24(10), 1599–1606.

Coriale, G., Fiorentino, D., Di Lauro, F., Marchitelli, R., Scalese, B., Fiore, M., Maviglia, M., & Ceccanti, M. (2013). Fetal Alcohol Spectrum Disorder (FASD): perfil neurocomportamental, diagnóstico diferencial e indicaciones para el tratamiento. *Rivista di Psichiatria*, 48(5), 359–369. <https://doi.org/10.1708/1356.15062>

Edmonton and Area Fetal Alcohol Network Society. (2023, 27 de julio). *FASD, mental health, and comorbidities*. <https://edmontonfetalalcoholnetwork.org/2023/07/27/FASd-mental-health-and-comorbidities/>

FASD Hub Australia. (2020). *Australian Guide to the Diagnosis of Fetal Alcohol Spectrum Disorder (FASD)*. https://www.FASdhub.org.au/wp-content/uploads/2024/08/australian-guide_table1_feb2020.pdf

Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. SAGE.

García Algar, Ó., Astals Vizcaíno, M., González Cochón, P., & Andreu Fernández, V. (2021). *Informe sobre alcohol, embarazo y trastorno del espectro alcohólico fetal (TEAF)*. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. https://www.sanidad.gob.es/areas/promocionPrevencion/alcohol/embarazo/docs/Informe_AlcoholEmbarazo_TEAF.pdf

Inkelis, S. M., Moore, E. M., Bischoff Grethe, A., & Riley, E. P. (2020). Neurodevelopment in adolescents and adults with fetal alcohol spectrum disorders (FASD): A magnetic resonance region of interest analysis. *Brain Research*, 1732, 146654. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2020.146654>

Jacobson, S. W., et al. (1998). "Neurobehavioral effects of prenatal alcohol: Part II. Partial least squares analysis. *Neurotoxicology and Teratology*, 20(6), 676–689.

Lange, S., Probst, C., Gmel, G., Rehm, J., & Popova, S. (2017). Global prevalence of fetal alcohol spectrum disorder among children and youth: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatrics*, 171(10), 948–956. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2017.1919>

Mattson, S. N., & Riley, E. P. (2009). Neurocognitive profile in children with fetal alcohol spectrum disorders. *Developmental Disabilities Research Reviews*, 15(3), 218–224. <https://doi.org/10.1002/ddrr.73>

Mattson, S. N., Bernes, G. A., & Doyle, L. R. (2019). Fetal alcohol spectrum disorders: A review of the neurobehavioral deficits associated with prenatal alcohol exposure. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 43(6), 1046–1062. <https://doi.org/10.1111/acer.14040>

Mattson, S. N., et al. (1997). "Neuropsychological study of FASD." *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 21(3), 515–524.

Mattson, S. N., et al. (1998). "Working memory impairments in children with FASD." *Journal of the International Neuropsychological Society*, 4(5), 435–446.

Miyake, A., et al. (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.

National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism. (2007, noviembre). *Fetal alcohol exposure*. https://www.niaaa.nih.gov/sites/default/files/publications/Fetal-Alcohol-Exposure_0.pdf

National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism. (2013, febrero 20). *Scientists identify molecular events that underline FASD*. National Institutes of Health. <https://www.niaaa.nih.gov/news-events/news-releases/scientists-identify-molecular-events-underlie-FASD>

Smith, J. D., et al. (2023). "Prenatal Alcohol Exposure and Sex Differences in Processing Speed." *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 45(4), 321–334.

Staszek, A., Łoskot, W., Szwech, J., Matczak, M., Jasiński, K., Dubniewicz, E., Majewska, P., Broda, A., Hokska, K., & Jodłowski, K. (2025). The influence of FASD on psychiatric disorders: A literature review on the mechanisms relating fetal alcohol spectrum disorders to mental health conditions in adulthood. *Journal of Education, Health and Sport*, 79, 57862. <https://doi.org/10.12775/JEHS.2025.79.57862>

Waszkiewicz, N., & Stokłosa, A. (2021). Mental health problems and disorders in fetal alcohol spectrum disorders (FASD): a review of the literature. *Journal of Education, Health and Sport*, 11(9), 335–349. <https://doi.org/10.12775/JEHS.2021.09.035>

Anexo 1: programa de limpieza

```
import pandas as pd
```

```
import os
```

```
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
import seaborn as sns
```

```
import numpy as np
```

```
from datetime import datetime
```

```
FILE_PATH_EXCEL = r"C:\Users\hisma\OneDrive\Escritorio\TFG
```

```
TEAF\VISUALTEAF\20240212_NewDB_reunificacion_ART - arxiu x estudiants fins 090224  
revisat (1).xlsx"
```

```
df = pd.read_excel(FILE_PATH_EXCEL)
```

```
df_original = df.copy()
```

```
print(df.describe())
```

```
df.set_index('ID', inplace=True)
```

```
binary_mapping = {
```

```
    'yes': 1, 'no': 0,
```

```
'y': 1, 'n': 0,  
  
'true': 1, 'false': 0,  
  
'good': 1, 'bad': 0,  
  
'male': 1, 'female': 0,  
  
}
```

```
missing_values = ['', 'nan', 'na', 'n/a', 'null', 'none', '-', 'missing']
```

```
if 'age_year' in df.columns and 'age_month' in df.columns:
```

```
    df['age_year'] = pd.to_numeric(df['age_year'], errors='coerce')
```

```
    df['age_month'] = pd.to_numeric(df['age_month'], errors='coerce')
```

```
    df['Age'] = df['age_year'] + (df['age_month'] / 12)
```

```
    print(f"Created 'Age' column. Missing values: {df['Age'].isna().sum()}")
```

```
    df.drop(columns=['age_year', 'age_month'], inplace=True)
```

```
if 'DxTEAF' in df.columns:
```

```
    df['DxTEAF_original'] = df['DxTEAF'].copy()
```

```
    df['DxTEAF'] = df['DxTEAF'].astype(str).str.lower().str.strip()
```

```
    print("Unique values in DxTEAF before mapping:")
```

```
print(df['DxTEAF'].value_counts())
```

```
df['DxTEAF'] = df['DxTEAF'].map({'fas': 1, 'pfas': 0, 'arnd': 2, 'nofas':3})
```

```
nan_count = df['DxTEAF'].isna().sum()
```

```
if nan_count > 0:
```

```
    print(f"Warning: {nan_count} NaN values in DxTEAF after mapping")
```

```
    unmapped = df[df['DxTEAF'].isna()]['DxTEAF_original'].unique()
```

```
    print(f"Unmapped values: {unmapped}")
```

```
def map_binary_values(val):
```

```
    if pd.isna(val):
```

```
        return np.nan
```

```
    val_lower = str(val).lower().strip()
```

```
    if val_lower in missing_values:
```

```
        return np.nan
```

```
    if val_lower in binary_mapping:
```

```
        return binary_mapping[val_lower]
```

```
try:  
    return float(val_lower)
```

```
except:  
    return val
```

```
for col in df.select_dtypes(include=['object']).columns:
```

```
    if col == 'DxTEAF_original':  
        continue
```

```
    nan_before = df[col].isna().sum()
```

```
    df[col] = df[col].apply(map_binary_values)
```

```
    df[col] = pd.to_numeric(df[col], errors='coerce')
```

```
    nan_after = df[col].isna().sum()
```

```
    print(df[col].value_counts(dropna=False).head(10))
```

```
rows_before = len(df)
```

```
df = df.dropna(how='all')
```

```

rows_removed = rows_before - len(df)

print("\nFilas eliminadas, resumen")

numeric_cols_count = df.select_dtypes(include=np.number).shape[1]

print(f"\nColumnas numéricas antes de la transformación: {numeric_cols_count}")

total_rows = len(df)

non_null_percentages = {col: (df[col].count() / total_rows * 100) for col in df.columns}

sorted_cols = sorted(non_null_percentages.items(), key=lambda x: x[1], reverse=True)

df.to_excel("transformed_data.xlsx")

print("\nResumen")

print(f"Filas originales: {len(df_original)}")

print(f"Filas tras la transformación: {len(df)}")

print(f"Columnas originales: {len(df_original.columns)}")

print(f"Columnas tras la transformación: {len(df.columns)}")

```

Anexo 2: programa de análisis cuantitativo

```

import pandas as pd

import numpy as np

from scipy import stats

```

```

import warnings

warnings.filterwarnings('ignore')

def load_and_prepare_data(file_path):
    try:
        df = pd.read_excel(file_path)

        print(f"Total records: {len(df)}")

        print(f"Columns: {df.columns.tolist()}")

        # Filtrar DxTEAF != NOFAS

        df = df[df['DxTEAF'] != 'NOFAS'].copy()

        print(f"Records after filtering: {len(df)}")

        return df

    except Exception as e:

        print(f"Error loading data: {e}")

        return None

def find_demographic_columns(df):

    age_col, sex_col = None, None

    for col in df.columns:

        if any(k in col.lower() for k in ['age', 'edad', 'años']): age_col = col

        if any(k in col.lower() for k in ['sex', 'gender', 'género', 'sexo']): sex_col = col

```

```

print(f"Age column: {age_col}, Sex column: {sex_col}")

return age_col, sex_col

def get_available_columns(df, cols):

    return [c for c in cols if c in df.columns]

def calculate_group_statistics(df, index_info, sex_col=None):

    results = {}

    for key, info in index_info.items():

        title = info['title']

        cols = get_available_columns(df, info['columns'])

        if not cols:

            continue

        mean_col = f'{key}Mean'

        df[mean_col] = df[cols].mean(axis=1)

        grp = df.groupby('DxTEAF')[mean_col].agg(

            count='count', mean='mean', std='std', min='min', max='max', median='median'

        ).round(2)

        if sex_col:

            sex_means = df.groupby(['DxTEAF', df[sex_col]])[mean_col].mean().unstack(level=1)

            for s in [0, 1]:

                col_name = f'mean_sex_{s}'

                if s in sex_means.columns:

```

```

        grp[col_name] = sex_means[s].round(2)

    else:

        grp[col_name] = np.nan

    results[title] = grp

return results

def calculate_sex_statistics(df, index_info, sex_col):

    if not sex_col: return {}

    results = {}

    for key, info in index_info.items():

        cols = get_available_columns(df, info['columns'])

        if not cols: continue

        mean_col = f'{key}Mean'

        if mean_col not in df: df[mean_col] = df[cols].mean(axis=1)

        stats_sex = df.groupby(sex_col)[mean_col].agg(

            count='count', mean='mean', std='std', min='min', max='max', median='median'

        ).round(2)

        results[info['title']] = stats_sex

    return results

def calculate_age_statistics(df, index_info, age_col):

    if not age_col: return {}

    df['Age_Group'] = pd.cut(df[age_col], bins=[0,6,12,18,np.inf], labels=['0-6','7-12','13-18','19+'])

```

```

results = {}

for key, info in index_info.items():

    cols = get_available_columns(df, info['columns'])

    if not cols: continue

    mean_col = f'{key}Mean'

    if mean_col not in df: df[mean_col] = df[cols].mean(axis=1)

    age_stats = df.groupby('Age_Group')[mean_col].agg(

        count='count', mean='mean', std='std', min='min', max='max', median='median'

    ).round(2)

    results[info['title']] = age_stats

return results

```

```

def perform_statistical_tests(df, index_info):

    results = []

    groups = df['DxTEAF'].unique()

    for key, info in index_info.items():

        cols = get_available_columns(df, info['columns'])

        if not cols: continue

        mean_col = f'{key}Mean'

        if mean_col not in df: df[mean_col] = df[cols].mean(axis=1)

        rec = {'Index': info['title'], 'Groups': ','.join(map(str,groups)), 'N_Groups': len(groups)}

        if len(groups)>2:

            data = [df[df['DxTEAF']==g][mean_col].dropna() for g in groups]

```

```

f,p = stats.f_oneway(*data)

rec.update(Test='ANOVA', Statistic=round(f,4), P_Value=round(p,4), Significant=('Yes'
if p<0.05 else 'No'))

elif len(groups)==2:

    a,b = [df[df['DxTEAF']==g][mean_col].dropna() for g in groups]

    t,p = stats.ttest_ind(a,b, equal_var=False)

    rec.update(Test='T-Test', Statistic=round(t,4), P_Value=round(p,4), Significant=('Yes' if
p<0.05 else 'No'))

    results.append(rec)

return pd.DataFrame(results)

```

```

def create_correlation_matrix(df, index_info):

    data = {}

    for key, info in index_info.items():

        cols = get_available_columns(df, info['columns'])

        if not cols: continue

        mean_col = f'{key}Mean'

        if mean_col not in df: df[mean_col] = df[cols].mean(axis=1)

        data[info['title']] = df[mean_col]

    return pd.DataFrame(data).corr().round(3) if data else pd.DataFrame()

```

```

def create_percentile_analysis(df, index_info):

    results = {}

    for key, info in index_info.items():

```

```

cols = get_available_columns(df, info['columns'])

if not cols: continue

mean_col = f'{key}Mean'

if mean_col not in df: df[mean_col] = df[cols].mean(axis=1)

pct = df.groupby('DxTEAF')[mean_col].quantile([0.25,0.5,0.75]).unstack()

pct.columns = ['P25','P50','P75']

results[info['title']] = pct.round(2)

return results

def create_detailed_test_analysis(df, index_info):

    results = {}

    for key, info in index_info.items():

        cols = get_available_columns(df, info['columns'])

        if not cols: continue

        stats_det = df.groupby('DxTEAF')[cols].agg(['mean','std']).round(2)

        results[f'{info['title']}_detailed'] = stats_det

    return results

index_info = {

    'ICV': {'title': 'Comprensión verbal', 'columns': ['ICV_WAISIV', 'ICV_WISCV', 'ICV_WISCIV',
'ICV_WPPSIIV']},

    'IRP': {'title': 'Razonamiento perceptivo', 'columns': ['IRP_WAISIV', 'IRP_WISCIV']},

    'IMT': {'title': 'Memoria trabajo', 'columns': ['IMT_WAISIV', 'IMT_WAISIII', 'IMT_WISCV',
'IMT_WISCIV', 'IMT_WPPSIIV']},

```

'IVP': {'title': 'Velocidad procesamiento', 'columns': ['IVP_WAISIV', 'IVP_WAISIII',
'IVP_WISCV', 'IVP_WISCIV', 'IVP_WPPSIIV']},

'QI': {'title': 'Coeficiente intelectual total', 'columns': ['CIT_WAISIV', 'QI_WAISIII',
'CIT_WISCV', 'QI_WISCIV', 'QIT_WISCIV', 'QI_WPPSIIV']},

'IRF': {'title': 'Razonamiento fluido', 'columns': ['IRF_WISCV']},

'IVE': {'title': 'Visoespacial', 'columns': ['IVE_WISCV']},

'Inhibición': {'title': 'Inhibición', 'columns': ['Inh_Brief']},

'Supervisión': {'title': 'Supervisión', 'columns': ['Smi_Brief']},

'Flexibilidad': {'title': 'Flexibilidad cognitiva', 'columns': ['Fle_Brief']},

'Control emocional': {'title': 'Control emocional', 'columns': ['Cem_Brief']},

'Iniciativa': {'title': 'Iniciativa', 'columns': ['Ini_Brief']},

'Memoria de trabajo': {'title': 'Memoria de trabajo', 'columns': ['Mtr_Brief']},

'Planificación': {'title': 'Planificación', 'columns': ['Pla_Brief']},

'Supervisión de tarea': {'title': 'Supervisión de tarea', 'columns': ['Sta_Brief']},

'Organización': {'title': 'Organización', 'columns': ['Org_Brief']},

'IRCN': {'title': 'Regulación conductual', 'columns': ['IRCN_Brief']},

'IREM': {'title': 'Regulación emocional', 'columns': ['IREM_Brief']},

'IRCG': {'title': 'Regulación cognitiva', 'columns': ['IRCG_Brief']},

'IGE': {'title': 'Global ejecutivo', 'columns': ['IGE_Brief']}

}

def main():

```

file_path = r"C:\Users\hisma\transformed_data.xlsx"

df = load_and_prepare_data(file_path)

if df is None: return

age_col, sex_col = find_demographic_columns(df)

group_stats = calculate_group_statistics(df, index_info, sex_col)

sex_stats = calculate_sex_statistics(df, index_info, sex_col)

age_stats = calculate_age_statistics(df, index_info, age_col)

tests = perform_statistical_tests(df, index_info)

corr = create_correlation_matrix(df, index_info)

pct = create_percentile_analysis(df, index_info)

det = create_detailed_test_analysis(df, index_info)

with pd.ExcelWriter("análisis_cognitivo_teaf_completo.xlsx", engine='openpyxl') as w:

    for k, df_s in {'Grupo': group_stats, 'Sexo': sex_stats, 'Edad': age_stats}.items():

        for title, table in df_s.items(): table.to_excel(w, sheet_name=f"{k}_{title[:20]}")

    tests.to_excel(w, sheet_name='Pruebas_Estadísticas', index=False)

    if not corr.empty: corr.to_excel(w, sheet_name='Correlaciones')

    for title, table in pct.items(): table.to_excel(w, sheet_name=f"Perc_{title[:20]}")

    for title, table in det.items(): table.to_excel(w, sheet_name=f"Det_{title[:20]}")

if __name__ == "__main__":

    main()

```

Anexo 3: programa de visualizaciones

```
import pandas as pd

import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt

import seaborn as sns

from scipy import stats

from math import pi

file_path = r'C:\Users\hisma\transformed_data.xlsx'

DXTEAF_LABELS = {1: 'fas', 0: 'pfas', 2: 'arnd', 3: 'nofas'}

SEX_LABELS = {1: 'male', 0: 'female'}

try:

    df = pd.read_excel(file_path)

except Exception as e:

    print(f"Error reading file: {e}")

    exit()

def find_column(keywords):

    return next((col for col in df.columns if any(k in col.lower() for k in keywords)), None)
```

```
age_col = find_column(['age', 'edad', 'años'])
sex_col = find_column(['sex', 'gender', 'género', 'sexo'])
print(f"Age column: {age_col}\nSex column: {sex_col}")
```

```
df = df[df['DxTEAF'] != 'NOFAS'].copy()
```

```
if df.empty:
```

```
    print("No records after filtering. Exiting.")
```

```
    exit()
```

```
index_info = {
```

```
    'ICV': {'title': 'Comprensión verbal', 'columns': ['ICV_WAISIV', 'ICV_WISCV', 'ICV_WISCIV',
'ICV_WPPSIIV']},
```

```
    'IRP': {'title': 'Razonamiento perceptivo', 'columns': ['IRP_WAISIV', 'IRP_WISCIV']},
```

```
    'IMT': {'title': 'Memoria trabajo', 'columns': ['IMT_WAISIV', 'IMT_WAISIII', 'IMT_WISCV',
'IMT_WISCIV', 'IMT_WPPSIIV']},
```

```
    'IVP': {'title': 'Velocidad procesamiento', 'columns': ['IVP_WAISIV', 'IVP_WAISIII',
'IVP_WISCV', 'IVP_WISCIV', 'IVP_WPPSIIV']},
```

```
    'QI': {'title': 'Coeficiente intelectual total', 'columns': ['CIT_WAISIV', 'QI_WAISIII',
'CIT_WISCV', 'QI_WISCIV', 'QIT_WISCIV', 'QI_WPPSIIV']},
```

```
    'IRF': {'title': 'Razonamiento fluido', 'columns': ['Irf_WISCV', 'CIV_column2',
'CIV_column3']},
```

```
    'IVE': {'title': 'Visoespacial', 'columns': ['IVE_WISCV', 'CIM_column2', 'CIM_column3']},
```

```
    'Inhibición': {'title': 'Inhibición', 'columns': ['Inh_Brief']},
```

```
    'Supervisión': {'title': 'Supervisión', 'columns': ['Smi_Brief']},
```

```

'Flexibilidad': {'title': 'Flexibilidad cognitiva', 'columns': ['Fle_Brief']},
'Control emocional': {'title': 'Control emocional', 'columns': ['Cem_Brief']},
'Iniciativa': {'title': 'Iniciativa', 'columns': ['Ini_Brief']},
'Memoria de trabajo': {'title': 'Memoria de trabajo', 'columns': ['Mtr_Brief']},
'Planificación': {'title': 'Planificación', 'columns': ['Pla_Brief']},
'Supervisión de tarea': {'title': 'Supervisión de tarea', 'columns': ['Sta_Brief']},
'Organización': {'title': 'Organización', 'columns': ['Org_Brief']},
'IRCN': {'title': 'Regulación conductual', 'columns': ['IRCN_Brief']},
'IREM': {'title': 'Regulación emocional', 'columns': ['IREM_Brief']},
'IRCG': {'title': 'Regulación cognitiva', 'columns': ['IRCG_Brief']},
'IGE': {'title': 'Global ejecutivo', 'columns': ['IGE_Brief']}
}

```

```

def get_valid_columns(df, index_key):
    return [col for col in index_info[index_key]['columns'] if col in df.columns]

```

```

def add_reference_bands_fullwidth():
    ax = plt.gca()
    xmin, xmax = ax.get_xlim()
    x = np.linspace(xmin, xmax, 500)
    ax.axhline(60, color='g', linestyle='--', linewidth=1, label='Nivel 60')
    ax.axhline(65, color='r', linestyle='--', linewidth=1, label='Nivel 65')
    ax.fill_between(x, 60, 64, color='yellow', alpha=0.3)

```

```
ax.fill_between(x, 65, 90, color='red', alpha=0.3)
ax.fill_between(x, 35, 59, color='green', alpha=0.3)
```

```
def plot_index(df, index_key, group_col, label_map=None, filename_suffix="group"):
```

```
    cols = get_valid_columns(df, index_key)
```

```
    if not cols: return
```

```
    title = index_info[index_key]['title']
```

```
    means = df.groupby(group_col)[cols].mean()
```

```
    plt.figure(figsize=(12, 6))
```

```
    for group, row in means.iterrows():
```

```
        label = label_map.get(group, group) if label_map else group
```

```
        plt.plot(cols, row, marker='o', label=label)
```

```
    add_reference_bands_fullwidth()
```

```
    plt.xlabel('Examen')
```

```
    plt.ylabel('Nota media')
```

```
    plt.title(f'{title} por {filename_suffix.capitalize()}')
```

```
    plt.legend()
```

```
    plt.grid(True)
```

```
    plt.xticks(rotation=45)
```

```
    plt.tight_layout()
```

```
    plt.savefig(f'{index_key}_by_{filename_suffix}.png')
```

```
    plt.close()
```

```

def boxplot_index(df, index_key):

    cols = get_valid_columns(df, index_key)

    if not cols: return

    df[f'{index_key}_Mean'] = df[cols].mean(axis=1)

    plt.figure(figsize=(10, 6))

    sns.boxplot(x='DxTEAF', y=f'{index_key}_Mean', data=df)

    add_reference_bands_fullwidth()

    plt.title(f'{index_info[index_key]["title"]} por Grupo')

    plt.tight_layout()

    plt.savefig(f'{index_key}_boxplot.png')

    plt.close()

```

```

def stats_analysis(df, index_key):

    cols = get_valid_columns(df, index_key)

    if not cols: return

    df[f'{index_key}_Mean'] = df[cols].mean(axis=1)

    groups = df['DxTEAF'].unique()

    print(f"\n--- Análisis estadístico: {index_info[index_key]['title']} ---")

    if len(groups) == 2:

        g1, g2 = [df[df['DxTEAF'] == g][f'{index_key}_Mean'].dropna() for g in groups]

        t, p = stats.ttest_ind(g1, g2, equal_var=False)

```

```

    print(f"T-test: t = {t:.4f}, p = {p:.4f}")

elif len(groups) > 2:

    data = [df[df['DxTEAF'] == g][f'{index_key}_Mean'].dropna() for g in groups]

    f_val, p = stats.f_oneway(*data)

    print(f"ANOVA: F = {f_val:.4f}, p = {p:.4f}")

def heatmap(df):

    mean_df = pd.DataFrame()

    for key in index_info:

        cols = get_valid_columns(df, key)

        if cols:

            df[f'{key}_Mean'] = df[cols].mean(axis=1)

            mean_df[index_info[key]['title']] = df.groupby('DxTEAF')[f'{key}_Mean'].mean()

    plt.figure(figsize=(12, 8))

    sns.heatmap(mean_df, annot=True, cmap="YlGnBu", fmt=".1f")

    plt.title("Mapa de calor de Índices por Grupo")

    plt.tight_layout()

    plt.savefig("index_heatmap.png")

    plt.close()

def radar(df):

    mean_df = pd.DataFrame()

    for key in index_info:

```

```

cols = get_valid_columns(df, key)

if cols:

    df[f'{key}_Mean'] = df[cols].mean(axis=1)

    mean_df[key] = df.groupby('DxTEAF')[f'{key}_Mean'].mean()

labels = [index_info[k]['title'] for k in mean_df.columns]

angles = [n / float(len(labels)) * 2 * pi for n in range(len(labels))]

angles += angles[:1]

for group in mean_df.index:

    values = mean_df.loc[group].tolist() + [mean_df.loc[group].tolist()[0]]

    fig, ax = plt.subplots(subplot_kw={'polar': True}, figsize=(8, 8))

    ax.plot(angles, values, linewidth=2)

    ax.fill(angles, values, alpha=0.25)

    plt.xticks(angles[:-1], labels, size=10)

    plt.title(f'Perfil Cognitivo - Grupo {group}', size=14)

    plt.ylim(60, 100)

    plt.tight_layout()

    plt.savefig(f"radar_group_{group}.png")

    plt.close()

if age_col:

    df['Age_Group'] = pd.cut(df[age_col], bins=[0, 6, 12, 18, np.inf], labels=['0-6', '7-12', '13-18', '19+'])

```

```
for idx in index_info:

    plot_index(df, idx, 'DxTEAF', DXTEAF_LABELS, "group")

    if sex_col:

        plot_index(df, idx, sex_col, SEX_LABELS, "sex")

    if age_col:

        plot_index(df, idx, 'Age_Group', None, "age")
```

```
for idx in index_info:

    boxplot_index(df, idx)

    stats_analysis(df, idx)
```

```
heatmap(df)
```

```
radar(df)
```

Declaración de Uso de Herramientas de IA Generativa en Trabajos Fin de Grado

Por la presente, yo, NOMBRE ALUMNO, estudiante de NOMBRE GRADO de la Universidad Pontificia Comillas al presentar mi Trabajo Fin de Grado titulado " TITULO TFG", declaro que he utilizado la herramienta de IA Generativa ChatGPT u otras similares de IAG de código sólo en el contexto de las actividades descritas a continuación:

1. **Sintetizador y divulgador de libros complicados:** Para resumir y comprender literatura compleja.
2. **Traductor:** Para traducir textos de un lenguaje a otro.

Afirmo que toda la información y contenido presentados en este trabajo son producto de mi investigación y esfuerzo individual, excepto donde se ha indicado lo contrario y se han dado los créditos correspondientes (he incluido las referencias adecuadas en el TFG y he explicitado para qué se ha usado ChatGPT u otras herramientas similares). Soy consciente de las implicaciones académicas y éticas de presentar un trabajo no original y acepto las consecuencias de cualquier violación a esta declaración.

Fecha:

18/06/2025

Firma:

Ismael Guessous