



**ESCUELA
DE ENFERMERÍA
Y FISIOTERAPIA**



SAN JUAN DE DIOS

Trabajo Fin de Grado

Cambios neurológicos y fisiológicos y su impacto en la cognición durante el embarazo y posparto.

Alumno: María Muñoz Moreno

Director: Andrada Cristoltan

Madrid, 25 de Abril de 2025.

Índice

Resumen	3
Abstract	3
1. Presentación	4
2. Estado de la cuestión	5
2.1. Fundamentación, antecedentes y estado actual del tema	5
2.1.1. Cambios neurológicos inherentes al embarazo.	5
2.1.2. Cambios estructurales y morfológicos en el hipotálamo.	8
2.1.2. Cambios estructurales y morfológicos en la hipófisis.....	9
2.1.3. Cambios fisiológicos y su impacto en la cognición.....	12
2.1.5. Alteraciones psicológicas derivadas:.....	14
2.2. Justificación.....	15
3. Objetivos.	16
3.1. Objetivo general.	16
3.2. Objetivos específicos.	16
4. Metodología.	16
4.1. Diseño del estudio.....	17
4.2. Sujetos de estudio.....	17
4.3. Variables.	18
4.4. Instrumentos de recogida de datos.....	20
4.5. Fases del estudio y procedimiento de recogida de datos.	21
4.5.1. Cronograma.....	21
4.5.2. Procedimiento de recogida de datos.	22
5. Análisis de datos.	25
6. Aspectos éticos.	26
7. Limitaciones del estudio.	27
8. Bibliografía.	30
ANEXOS	33
Anexo 1: Documento de información del estudio.	34
Anexo 2: Compromiso de confidencialidad.	36
Anexo 3: Montreal Cognitive Assesment (MoCA) Evaluación cognitiva.....	37
Anexo 4: Cuestionario de Ansiedad Estado-Rasgo (STAI).	38
Anexo 5: Escala de estrés percibido (PSS).....	40
Anexo 6: Índice de calidad de sueño de Pittsburgh.	41
Anexo 7: Cronograma desarrollo del estudio.	45
Anexo 8: Cuadernillo de evaluación de variables.....	46
Anexo 9: Lista de verificación de indicadores neurológicos durante el embarazo.	48

Resumen

Introducción: El embarazo produce una serie de cambios neurológicos en la mujer que pueden afectar la estructura cerebral, la función cognitiva y la regulación emocional. A pesar de la creciente evidencia en neurociencia, no se ha llegado a comprender completamente la magnitud, la duración y la repercusión de estas modificaciones. **Metodología:** Se ha diseñado un estudio observacional descriptivo de cohortes en el que se estudiará a mujeres embarazadas en seis momentos clave: antes del embarazo, primer trimestre, segundo trimestre, tercer trimestre, posparto temprano y posparto tardío. La recogida de datos incluirá resonancias magnéticas, cuestionarios de evaluación y análisis hormonales para establecer posibles correlaciones. **Objetivos:** Este estudio tiene como objetivo describir los cambios neurológicos y fisiológicos asociados al embarazo y posparto, así como evaluar su relación con las fluctuaciones hormonales. **Implicaciones para la práctica enfermera:** Los resultados de este estudio permitirán conocer mejor el impacto del embarazo en el cerebro materno, contribuyendo a futuras investigaciones sobre la neurobiología de la maternidad.

Palabras clave, términos DeCS: cambios neurológicos, cambios cerebrales, complicaciones en el embarazo, alteraciones hormonales, trastornos neurocognitivos.

Abstract

Introduction: Pregnancy produces a number of neurological changes in women that may affect brain structure, cognitive function, and emotional regulation. Despite growing evidence in neuroscience, the magnitude, duration and impact of these changes have not been fully understood. **Methodology:** A descriptive observational cohort study has been designed in which pregnant women will be studied at six key points in time: pre-pregnancy, first trimester, second trimester, third trimester, early postpartum and late postpartum. Data collection will include MRI scans, questionnaires and hormonal analyses. **Objectives:** This study aims to describe the neurological and physiological changes associated with pregnancy and postpartum and to assess their relationship to hormonal fluctuations. **Implications for nursing practice:** the results of this study will allow a better understanding of the impact of pregnancy on the maternal brain, contributing to future research on the neurobiology of motherhood.

Key words, DeCS terms: neurological changes, brain changes, pregnancy complications, hormonal alterations, neurocognitive disorders.

1. Presentación

El embarazo se considera un proceso fisiológico de gran complejidad que implica la existencia de profundos cambios en el organismo materno, estas modificaciones se incluyen a nivel neurológico. A lo largo de la gestación, el cuerpo de la mujer sufre diferentes tipos de transformaciones a nivel hormonal y estructural, que no solo afectan a nivel reproductivo, sino que también causan gran impacto a nivel del sistema nervioso central. La adaptación que sufre el cerebro materno frente a las nuevas demandas del embarazo se considera un fenómeno de gran interés en el campo de la neurociencia, a pesar de esto, aún existen interrogantes acerca de la magnitud y la persistencia de estos cambios, así como su impacto en la salud mental y el bienestar de la mujer.

Recientes estudios han identificado alteraciones en la estructura cerebral, en zonas tales como la materia gris, comprobando modificaciones en su estructura, esta área en concreto está relacionada con la cognición y la regulación emocional. Así mismo, las fluctuaciones hormonales que son propios del embarazo, parece que pueden desempeñar un papel fundamental en la neuroplasticidad de las gestantes. Estas modificaciones pueden estar relacionadas con la adaptación biológica de la mujer frente a la nueva maternidad, aunque también se han conocido efectos adversos tales como, disfunción en la memoria y una cierta predisposición a sufrir trastornos emocionales en el posparto. Este trabajo de fin de grado aborda el estudio de los cambios neurológicos que experimenta la mujer a lo largo de todo el embarazo y durante el posparto, centrándonos en la neuroplasticidad, las adaptaciones fisiológicas, la regulación emocional y sus repercusiones a nivel cognitivo.

A través de un estudio de investigación observacional descriptivo de cohortes, se pretende analizar la evolución de las modificaciones ya mencionadas en distintas etapas del embarazo y a lo largo del posparto, con el objetivo de comprender mejor su relevancia clínica y su papel en la adaptación materna. De esta forma podremos obtener una visión más detallada de los procesos neurológicos que se encuentran involucrados. A partir del conocimiento generado a través de este estudio, se podrá contribuir a comprender los procesos neurológicos que se encuentran asociados a la gestación, sentando las bases para futuras investigaciones en este campo. Además, podrá servir como referencia a la hora de desarrollar nuevas estrategias de seguimiento y apoyo en diferentes niveles a las mujeres en esta etapa de su vida, promoviendo una mejor atención durante el embarazo y posparto.

2. Estado de la cuestión.

En la confección del siguiente trabajo la búsqueda bibliográfica se ha realizado mediante diversas fuentes bibliográficas localizadas en las siguientes plataformas: Google scholar, EBSCO, Pubmed, Scopus, Science Direct.

Palabras clave	DeCs	Mesh
<ul style="list-style-type: none"> • Cambios neurológicos en embarazo • Cambios cerebrales en posparto • Complicaciones neurológicas en embarazo • Alteraciones hormonales • Cambios neurocognitivos en embarazo y posparto 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios neurológicos • Cambios cerebrales • Complicaciones del embarazo • Alteraciones hormonales • Trastornos neurocognitivos 	<ul style="list-style-type: none"> • Neurological changes • Brain changes • Complications, pregnancy • Hormonal changes • Neurocognitive disorders

Tabla 1. Búsqueda bibliográfica en diversas plataformas, elaboración propia.

2.1. Fundamentación, antecedentes y estado actual del tema

2.1.1. Cambios neurológicos inherentes al embarazo.

La maternidad es una experiencia que altera profundamente la vida, influyendo en diferentes ámbitos tales como el social, psicológico y biológico. En términos biológicos, el embarazo provoca cambios notables en la función y la estructura de todos los sistemas fisiológicos, incluyendo el cerebro.(1)

El embarazo implica transformaciones significativas que afectan prácticamente todos los sistemas del cuerpo de la madre. Se ha evidenciado que el cerebro, como órgano fundamental, también modifica su estructura y funcionamiento a lo largo de la gestación.(2)

A nivel global, casi el 85% de las mujeres experimentan uno o más embarazos a lo largo de su vida, y cada año, alrededor de 140 millones de mujeres se quedan embarazadas. Durante el periodo de gestación, que dura aproximadamente 40 semanas, el cuerpo de la madre sufre importantes cambios que favorecen el desarrollo del feto, incluyendo incrementos en el volumen sanguíneo, metabolismo, la respuesta inmune y el consumo de oxígeno.(3)

En cuanto a los principales cambios neurológicos en el cerebro de la mujer embarazada, la OMS define la neuroplasticidad como *“La capacidad de las células del sistema nervioso para regenerarse anatómica y funcionalmente, después de estar sujetas a influencias patológicas ambientales o del desarrollo, incluyendo traumatismos y enfermedades.”*(4)

Varios autores han propuesto que existe una plasticidad cerebral estructural inherente y particular a la reproducción humana. Investigaciones recientes han revelado que las madres primerizas atraviesan una fase en la cual se producen reducciones significativas de forma simétrica en el volumen de materia gris (MG) : (neuronas, células gliales y sinapsis) durante el embarazo. Estos cambios afectan principalmente la línea media cortical anterior y posterior, así como áreas específicas de la corteza prefrontal y temporal lateral bilateral, y estos cambios estructurales pueden ser persistentes incluso después de producirse el parto, hasta los 2 años. (5)

Otras zonas que se encuentran afectadas son el hipocampo, la amígdala, la ínsula, circunvoluciones prefrontales y posfrontales, el hipotálamo, el tálamo y el cuerpo estriado. Son múltiples las zonas que sufren cambios morfológicos ocasionados por el embarazo.(6) Algunos de estos cambios pueden prolongarse aún más en el tiempo, incluso hasta la vejez.(8)

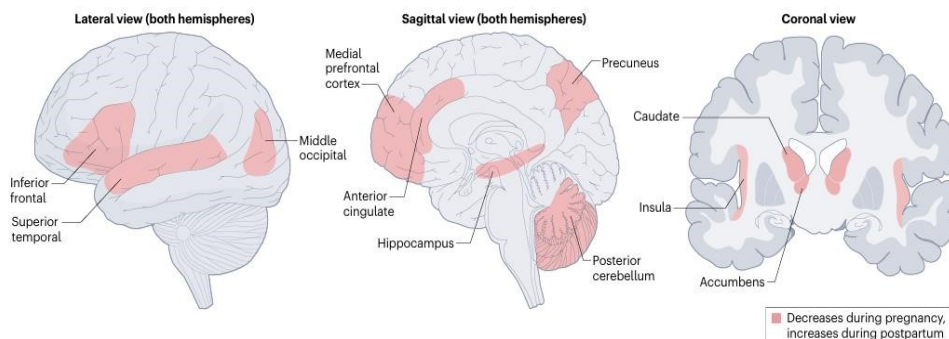


Imagen 1. Cambios en el volumen de materia gris en la transición a la maternidad.(7)

Ciertas modificaciones estructurales de materia gris (MG) se encuentran relacionadas en el posparto con el apego madre-hijo que se produce. Estas modificaciones se han asociado con una mayor sensibilidad materna hacia las señales del bebé en el período posparto. Siguiendo esta línea contextual, los estudios en neurociencia humana apoyan sólidamente que las transformaciones cerebrales ocurridas durante el embarazo son adaptaciones meramente funcionales que favorecen a la madre en el cuidado de su hijo. (9)

Los cambios en el volumen cerebral incluyen reducciones corticales que se producen al inicio y durante el embarazo, seguidas de incrementos corticales en el período posparto, aunque, sin embargo, no llegan a recuperarse los niveles preexistentes al embarazo, al menos en las áreas relacionadas de forma predeterminada con estos cambios. (2)

Una reducción en el volumen cerebral no necesariamente implica que la funcionalidad disminuya. Los cambios estructurales que tienen lugar en el cerebro de las madres representan un proceso que se denomina 'ajuste fino' del cerebro parental. Este 'ajuste' se evidencia, por ejemplo, en las relaciones existentes y observadas que se producen entre la reducción del volumen de materia gris y una mayor calidad en el vínculo entre la madre y su hijo, así como se aprecia un decrecimiento en la hostilidad de las madres hacia sus recién nacidos durante el posparto. Por tanto, las modificaciones estructurales del cerebro que tienen lugar a lo largo del embarazo son adaptaciones cruciales para fortalecer la relación madre-hijo.(10)

Estos cambios que se producen no solo tienen lugar durante la gestación, durante el posparto se han observado ciertos cambios morfológicos derivados, en este caso, un aumento de la materia gris que aumenta sustancialmente con los días tras el parto comenzando a elevar su pico en torno a las semanas 4-6.

(6)

El incremento notable de la materia gris abarca todo el cerebro, afectando tanto las regiones corticales como las estructuras subcorticales. Si el organismo materno sufre transformaciones significativas durante el embarazo, estos descubrimientos sugieren un reajuste igualmente profundo en la macroestructura del cerebro humano tras el parto. Este proceso puede estar relacionado con la adaptación a las demandas cognitivas, emocionales y sociales de la maternidad.(11)

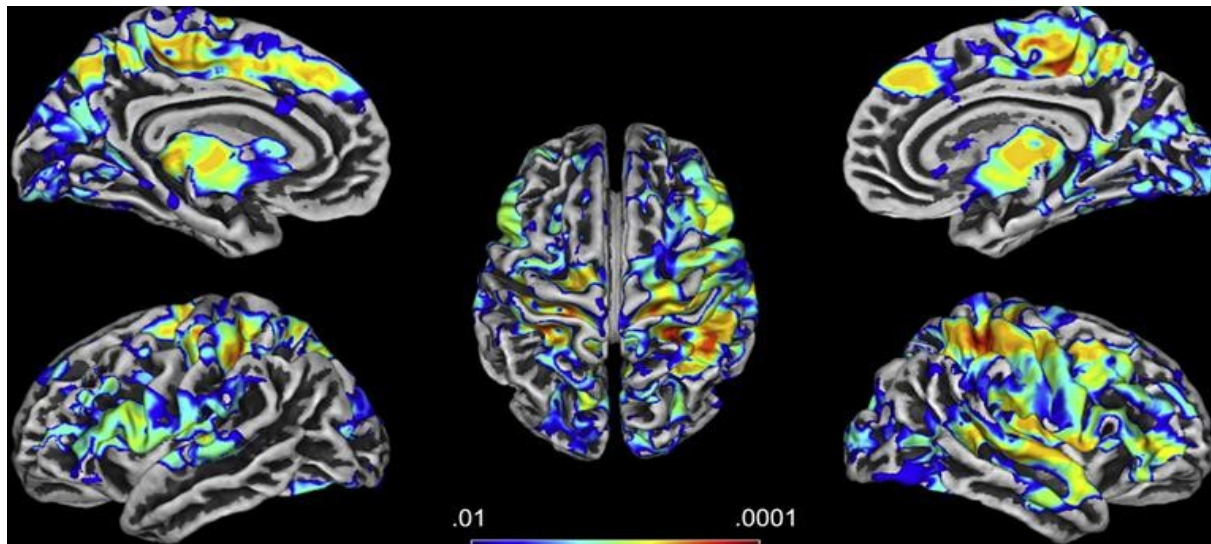


Imagen 2 . Cambio en la materia gris en el posparto inmediato y el posparto tardío.(11)

2.1.2. Cambios estructurales y morfológicos en el hipotálamo.

El hipotálamo es una región del cerebro que se sitúa en la base del encéfalo, justo encima de la hipófisis y cuya función principal es actuar como centro de control del cuerpo, regulando funciones esenciales como comportamientos emocionales o reproductivos, liberar hormonas a la hipófisis y regular los ritmos circadianos. (12)

Para analizar si la transición a la maternidad en los seres humanos está relacionada con modificaciones en estructuras centrales del cerebro materno, resulta crucial emplear métodos que faciliten el estudio de estas pequeñas y diversas áreas cerebrales. (13)

En cuanto a la anatomía del hipotálamo, se ha diseñado un enfoque muy especializado en el cual se combinan técnicas de neuroimagen junto con mediciones histológicas. Este método permite examinar al detalle el hipotálamo mediante imágenes de resonancia magnética (RM) además de la delineación de subestructuras. Es un proceso que requiere mucho tiempo, pero es un método confiable para analizar estas regiones. (14)

Se ha evidenciado mediante un estudio que la transición a la maternidad se asocia con una reducción en el volumen de las regiones del hipotálamo anterosuperior, tuberal superior y posterior. Estos cambios estructurales mostraron una relación con los niveles hormonales durante el embarazo y con características específicas del comportamiento materno hacia el final del embarazo, como por ejemplo el apego materno-fetal y el comportamiento de anidación. Los resultados indicaron que el embarazo induce modificaciones en la anatomía hipotalámica y sugieren que dichas transformaciones conservan los elementos clave en los circuitos cerebrales maternos y la relevancia en el comportamiento materno. El estudio fue

realizado en 107 mujeres, 50 de ellas tuvieron su primer hijo a lo largo de la realización de este, mientras que las otras 57 mujeres eran nulíparas. Se llevaron a cabo 214 resonancias magnéticas en las cuales el hipotálamo junto con sus subestructuras fue delineado en exploraciones cerebrales previas para tener una referencia. En cuanto a los resultados las mujeres que se convirtieron en madres durante el estudio experimentaron una reducción en el volumen del hipotálamo anterosuperior, el tuberal superior y el hipotálamo posterior, en comparación con mujeres que no habían sido madres. Utilizando este método se dividió el cerebro en subregiones con puntos anatómicos de referencia.(15)

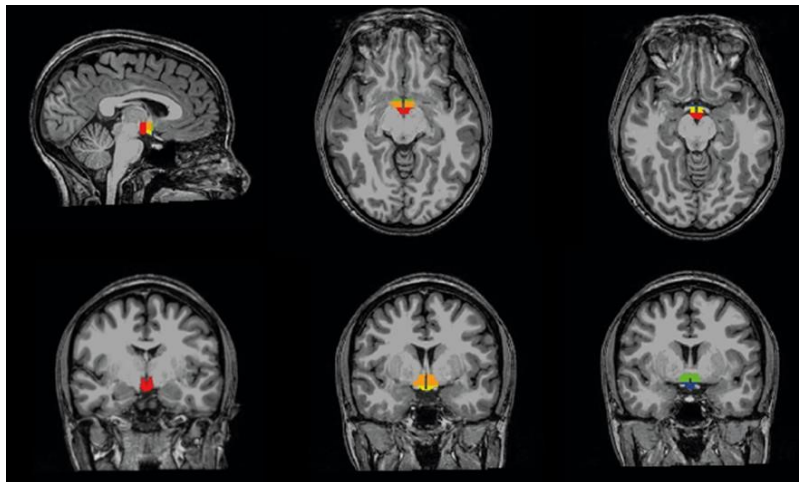


Imagen 3. Resonancia magnética que refleja la delimitación de regiones específicas del hipotálamo. (15)

Las reducciones más pronunciadas en el volumen total del hipotálamo están asociadas con la imaginación de la madre y las fantasías que puede albergar en relación con el futuro bebé. Por otro lado, la disminución de las estructuras específicas del hipotálamo tuberal anterosuperior y superior están vinculadas con el comportamiento de anidación durante el tercer trimestre de embarazo, más específicamente con actividades que involucran la preparación del entorno y la limpieza del espacio donde habitará él bebé.(16)(17)

2.1.2. Cambios estructurales y morfológicos en la hipófisis.

Definido por el instituto nacional del cáncer, la hipófisis se considera : “*Órgano del tamaño de una arveja que está unido a una parte del encéfalo que se llama hipotálamo. Se encuentra en la base del encéfalo, por encima y detrás de la nariz. El hipotálamo envía señales a la hipófisis, que luego elabora hormonas para controlar otras glándulas y muchas funciones del cuerpo, como el crecimiento y la fertilidad. También se llama cuerpo pituitario, glándula hipofisaria y glándula pituitaria.*”(18)

La hipófisis regula la actividad de la mayoría de las glándulas endocrinas del cuerpo desempeñando un papel central en el papel hormonal.(19)

La hipófisis, que está dividida en dos lóbulos, produce diversas hormonas que son esenciales para el funcionamiento del cuerpo.

El lóbulo anterior secreta:

- Hormona adrenocorticotropa (ACTH): Estimula las glándulas suprarrenales.
- Hormona estimulante del folículo (FSH): Actúa sobre los ovarios y testículos.
- Hormona luteinizante (LH): También dirigida a los ovarios y testículos
- Hormona del crecimiento (GH): Promueve el crecimiento óseo y muscular.
- Prolactina: Estimula la producción de leche materna.
- Hormona estimulante del tiroides (TSH): Regula la función de la glándula tiroides.
- El lóbulo posterior, que es de tamaño más reducido, libera:
- Hormona antidiurética (ADH): Se encarga de controlar la absorción de agua en los riñones.
- Oxitocina: Facilita las contracciones uterinas durante el parto y favorece la lactancia. (20,21)

Otras hormonas de gran relevancia son los estrógenos y la progesterona, la hormona LH y la hormona FSH , estimulan su producción desde los ovarios.(22)

El embarazo provoca importantes cambios fisiológicos en diversos órganos y la hipófisis no es una excepción. Durante la gestación, esta glándula aumenta su volumen en más de un tercio hacia el final del embarazo. El crecimiento afecta principalmente a la hipófisis anterior, que se expande entre 2 y 3 veces debido a la hiperplasia e hipertrofia de las células lactotropas, responsables de sintetizar y liberar prolactina. Por el contrario, otros tipos celulares de la hipófisis anterior permanecen sin cambios o disminuyen de tamaño. En particular, los gonadotrofos que regulan LH y FSH y los somatotrofos, que regulan GH disminuyen en número durante la gestación.

Existe evidencia de que los somatotrofos pueden transformarse en lactótrofos durante el embarazo, contribuyendo así al incremento en la producción de prolactina. Además, tanto el embarazo como el periodo posparto presentan un riesgo de trastornos hipofisarios, como la hipófisis linfocítica y el síndrome de Seehan. (23,24)

Debido a esto, se realizó un estudio cuya finalidad era la contemplación y evaluación mediante RM de los cambios volumétricos de la pituitaria con relación al embarazo, realizándolo en mujeres embarazadas (68) , mujeres en posparto

(52) y mujeres en estado de nuliparidad (51), un total de 171 mujeres. Los resultados indican que los volúmenes de la hipófisis anterior y total aumentan significativamente durante el embarazo y permanecen aumentadas durante el primer año de posparto. Por el contrario, el volumen de la hipófisis posterior disminuye durante el embarazo en comparación con las mujeres que no habían tenido hijos y las mujeres que se encontraban en el posparto. La hipertrofia se debe a que los lactotropos que son responsables de la síntesis de prolactina, aumentan en cantidad y tamaño durante el embarazo. El aumento del volumen total de la hipófisis durante el embarazo se relaciona con la hipertrofia de la hipófisis anterior. En cuanto a la disminución de la hipófisis posterior se cree que, al expandirse la hipófisis anterior, esta comprime la hipófisis posterior contra el surco óseo. La hipófisis posterior volvió a su tamaño normal en el puerperio, esto indicaría que la hipófisis anterior estaría volviendo a su tamaño habitual y estaría dejando de comprimirla o que aumente debido a la oxitocina producida durante la lactancia. (25)

El estudio morfológico de estas estructuras tiene gran relevancia ya que el agrandamiento de la glándula pituitaria durante el embarazo, aunque es benigno, puede confundirse con variedad de condiciones patológicas. (26)(27)

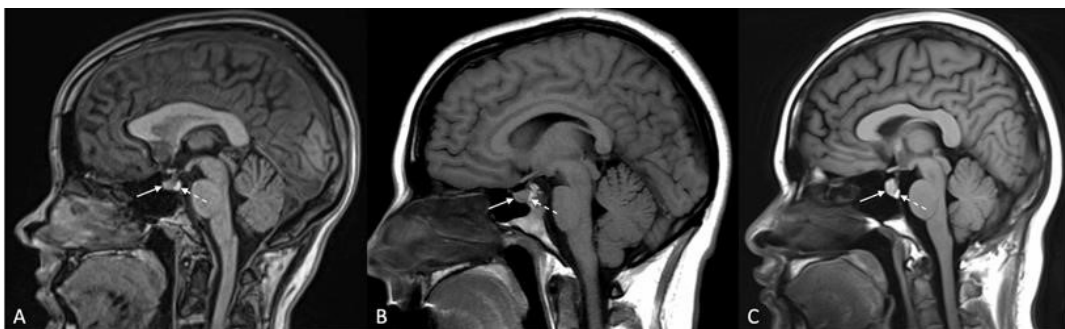


Imagen 4. Resonancia magnética muestra diferencias entre hipófisis anterior y posterior en mujeres nulíparas (A), embarazadas (B), y posparto (C). (25)

En cuanto a las condiciones patológicas poco frecuentes, pero más comunes en la hipófisis en mujeres embarazadas podemos encontrar la hipófisis linfocítica y el síndrome de Sheehan, ya mencionados ambos anteriormente.(23)

La hipófisis linfocítica : el primer informe que se conoce sobre la infiltración de la glándula pituitaria por células inflamatorias, conocida como Hipófisis linfocítica, se realizó en el año 1908, sin embargo, su fisiopatología no fue completamente comprendida hasta 1962, cuando, a partir de una autopsia de una mujer de 22 años, se describió la infiltración inflamatoria y atrofia de la hipófisis. Este fenómeno fue atribuido a un proceso autoinmune relacionado con el embarazo, ya que la mujer había dado a luz 14 meses antes de su fallecimiento.

La hipófisis linfocítica esta caracterizada por una infiltración principalmente de linfocitos que puede llevar a la destrucción de tejido hipofisario y a una reacción de fibrosis que resulta en hipopituitarismo. Algunos autores han señalado la semejante subestimación en el diagnóstico de esta patología. La hipófisis linfocítica, a su vez, puede clasificarse en tres niveles según el grado de deterioro anatómico: adenohipofisitis, infundíbulo-neurohipofisis y panhipopituitarismo. El cuadro clínico de la hipófisis linfocítica está asociada a cefaleas y alteraciones visuales, además de alteraciones hormonales, en especial la deficiencia de la hormona adrenocorticotropa (ACTH) o hiperprolactinemia.(28-30)

El síndrome de Seehan se presenta como un hipopituitarismo posparto debido a la necrosis de la glándula pituitaria, y está estrechamente relacionado con la hemorragia posparto. Gracias a los avances en la atención obstétrica y las técnicas de transfusión sanguínea, este síndrome es poco común en los países desarrollados. Sin embargo, sigue siendo una de las principales causas de hipopituitarismo en regiones no desarrolladas. Las pacientes con síndrome de Seehan a menudo enfrentan dificultades para quedar embarazadas de forma natural. No existen informes previos sobre casos de embarazo mediante fertilización in vitro y transferencia de embriones en mujeres con este síndrome. Además, los embarazos en mujeres con hipopituitarismo conllevan un riesgo elevado de complicaciones tanto antes como después del parto. Hoy en día, no existen directrices consensuadas sobre el manejo perinatal de embarazos tras el síndrome de Seehan debido a la rareza de esta condición.(30,31)

2.1.3. Cambios fisiológicos y su impacto en la cognición.

Las fluctuaciones hormonales durante el embarazo desencadenan una variedad de adaptaciones en el cerebro materno. Estas incluyen desde modificaciones neurofisiológicas específicas en los patrones de actividad de poblaciones neuronales individuales, hasta alteraciones complejas en las características de los circuitos neuronales, lo que genera cambios en el comportamiento. Desde una perspectiva neurológica, los principales cambios hormonales involucran a los esteroides, como el estradiol y la progesterona, producidos inicialmente por los ovarios y posteriormente por la placenta, el cortisol suprarrenal y las hormonas peptídicas de la hipófisis anterior, como la prolactina y su variante específica del embarazo, el lactógeno placentario. Todas estas hormonas experimentan un aumento significativo durante el embarazo y atraviesan la barrera hematoencefálica, actuando sobre poblaciones neuronales específicas a través de receptores ubicados en regiones concretas del cerebro.(32)(33)

Muchos de los cambios hormonales afectan sistemas autónomos y homeostáticos. Por ejemplo, los patrones de secreción de oxitocina y prolactina se modifican notablemente para respaldar nuevas funciones fisiológicas. El apetito aumenta y la retroalimentación de hormonas como la leptina y la insulina se suprimen para facilitar un equilibrio energético positivo. Además, se ajustan sistemas fisiológicos clave, como la regulación de la glucosa y la termorregulación, para optimizar las condiciones necesarias para el desarrollo fetal.(34)

Más allá de estas adaptaciones autónomas, también se producen cambios en el estado de ánimo, el comportamiento y los procesos cognitivos superiores.

Las acciones de las hormonas del embarazo sobre el cerebro sugieren que no es sorprendente que las funciones cognitivas superiores puedan verse alteradas. La percepción comúnmente aceptada de la comunidad científica destaca cambios significativos en la cognición durante estos periodos. Términos como “Cerebro de embarazo” , “Mummy brain” “baby brain” y “mumnesia” son usados frecuentemente para describir episodios de olvido o confusión expresados por muchas mujeres embarazadas. Algunos investigadores han introducido el término “encefalopatía benigna del embarazo”. Sin embargo, la existencia de evidencias sólidas que respalden estas observaciones sigue siendo motivo de debate. (35)

En los estudios realizados en los cuales las madres han relatado sus propias experiencias, se identificaron problemas como olvidos, cierta dificultad para leer o poder concentrarse, confusión, problemas de atención y falta de coordinación. Algunas mujeres señalaron que estas alteraciones cognitivas afectaban a su capacidad para realizar actividades cotidianas con efectividad. Un metaanálisis que se realizó con mediciones objetivas sobre la cognición confirmó un deterioro cognitivo significativo en mujeres embarazadas en comparación con aquellas que no lo estaban. Los déficits fueron más evidentes en la memoria, en particular en el tercer trimestre, observándose efectos negativos en el recuerdo verbal. Por otra parte, las habilidades relacionadas con la atención y la función ejecutiva no mostraron deficiencias importantes.(36)(37)

Otro estudio, señaló que el sexo del feto podría influir en el deterioro de la memoria, ya que las mujeres que esperaban niñas mostraron mayores dificultades en tareas de memoria de trabajo y espacial en comparación con aquellas que esperaban niños. Además, la multiparidad parece estar vinculada a un mayor deterioro de la memoria verbal en embarazos sucesivos.

Aunque los cambios cognitivos durante el embarazo son evidentes en algunos casos, los resultados de las pruebas suelen permanecer dentro de los rangos normales de funcionalidad. Esto podría deberse a que las herramientas utilizadas para evaluar la cognición no se ajustan

a las habilidades que son relevantes para las madres en términos etiológicos. Debido a ello, no está claro si los cambios representan un declive real o simplemente una adaptación del cerebro a las necesidades asociadas a la maternidad.(32)(38)

Otro aspecto relevante es el impacto del sueño en la cognición. Aunque la calidad y cantidad de sueño suelen verse alteradas durante el embarazo, estudios iniciales indicaron que la falta de sueño no estaba asociada con un deterioro cognitivo significativo. De hecho, aunque la falta de sueño es un factor que influye en la percepción del olvido en mujeres embarazadas y puérperas, no parece afectar el rendimiento en pruebas de memoria objetivas. Esto sugiere que el impacto de la privación del sueño afecta más a la percepción por parte de las mujeres que a la funcionalidad real de la memoria.(39)

Una posible explicación para el deterioro cognitivo observado es que podría ser una compensación fisiológica para satisfacer altas demandas metabólicas del embarazo. La glucosa, fuente principal de energía del cerebro, es crucial para el desarrollo fetal. Esto podría llevar a cabo un “desplazamiento energético”, priorizando las necesidades del feto por encima del cerebro materno. Sin embargo, no se ha comprobado si los episodios de hipoglucemia, frecuentes al final del embarazo, están directamente relacionados con la disminución de la función cognitiva. Desde otra perspectiva, los cambios cognitivos podrían representar una reorganización adaptativa del cerebro para enfocarse en habilidades clave para el cuidado de la descendencia, en lugar de un simple deterioro.(40)

2.1.5. Alteraciones psicológicas derivadas:

Además de los cambios cognitivos, el embarazo también está vinculado con un mayor riesgo de problemas de salud mental, como ansiedad y depresión. Se ha sugerido que las fluctuaciones hormonales, incluyendo los cambios abruptos en los niveles de estrógenos y progesterona tras el parto, podrían desencadenar trastornos del estado de ánimo. Sin embargo, muchas de estas alteraciones emocionales también surgen durante el embarazo, y un episodio de depresión prenatal es el principal predictor de trastornos del ánimo posparto.

En cuanto a las hormonas relacionadas con el bienestar, como la oxitocina y la prolactina, estas parecen desempeñar un papel protector frente al estrés. Por ejemplo, niveles bajos de oxitocina en el tercer trimestre, se asocian con un mayor riesgo de depresión posparto. Además, el uso de oxitocina sintética durante el parto podría estar relacionado con síntomas depresivos o ansiosos posteriores. Es fundamental comprender las adaptaciones hormonales y neurológicas del cerebro materno, ya que estas investigaciones podrían contribuir a identificar y tratar problemas neurológicos y emocionales asociados al embarazo.(41)(42)

2.2. Justificación.

En el embarazo, la mujer sufre una serie de profundos cambios a nivel fisiológico, hormonal y emocional, pero su impacto en el sistema nervioso central ha sido un área de estudio menos explorada si lo comparamos con otros aspectos de la gestación. Ciertas investigaciones recientes, indican que el embarazo conlleva una serie de modificaciones estructurales y funcionales que tienen lugar en el cerebro de la madre, en especial en regiones relacionadas con la cognición, la regulación emocional y la adaptación biológica de la mujer a la maternidad.

Este estudio tiene como objetivo describir y analizar los cambios neurológicos que tienen lugar en el cuerpo de la mujer a nivel neurológico y fisiológico, antes durante y después del embarazo, empleando resonancias magnéticas, cuestionarios y analíticas hormonales, de esta forma obtendremos una visión integral de todas estas posibles transformaciones. Es fundamental comprender estos procesos para mejorar la atención sanitaria y el acompañamiento a las mujeres en todos los niveles posibles durante este periodo que implica la gestación.

La importancia de este estudio de investigación se centra en la posibilidad de poder aportar mayor evidencia científica en cuanto a cómo y de qué forma el embarazo llega a influir en la estructura del cerebro y su función, ya que podría implicar repercusiones en la salud mental de la mujer en el posparto, en funciones cognitivas y en la adaptación de la mujer al nuevo rol materno. De esta forma la información que se recabe en este estudio podría ayudar a crear nuevas estrategias en enfermería para el cuidado perinatal, más enfocado y especializado de cara a satisfacer las necesidades de la mujer embarazada a nivel neurológico y psicológico.

A pesar de la relevancia de este estudio, podemos encontrar ciertas limitaciones. Una de ellas es la dificultad que encontramos de cara a realizar un seguimiento longitudinal prolongado de las participantes, ya que la disponibilidad de acudir a todas las pruebas o el compromiso frente al estudio podría afectar a la obtención de unos datos fiables. Este estudio es en base a un muestreo por conveniencia que se lleva a cabo dentro de un único hospital, el Gregorio Marañón, debido a esto, los datos podrían ser más limitados. En conclusión, este trabajo resulta necesario para generar un conocimiento más amplio acerca de los efectos que causa el embarazo a nivel neurológico y el impacto que causa en la mujer, proporcionándonos información que nos sirva frente a futuras aplicaciones clínicas y poder prevenir posibles complicaciones en la salud mental y neurológica de las mujeres.

3. Objetivos.

3.1. Objetivo general.

- Describir los cambios neurológicos estructurales-funcionales y fisiológicos en mujeres embarazadas mediante el análisis de resonancias magnéticas, niveles de hormonas específicas que están involucradas en este proceso y cuestionarios, con el fin de evaluar su impacto en la función cognitiva y el estado emocional.

3.2. Objetivos específicos.

- Identificar los cambios en la estructura y volumen cerebral a lo largo del embarazo y el posparto mediante el uso de resonancia magnética.
- Analizar la posible fluctuación de los niveles hormonales: estrógenos, progesterona, cortisol, prolactina y oxitocina y su posible relación con modificaciones neurológicas.
- Evaluar la función cognitiva y el estado emocional de las participantes a través de cuestionarios.
- Explorar la relación entre los cambios neurológicos y las alteraciones en el estado de ánimo, como la ansiedad y la depresión, durante embarazo y posparto.
- Determinar si los cambios neurológicos persisten en el posparto o si hay una modificación con respecto a la estructura cerebral previa al embarazo.
- Investigar si los cambios neurológicos pueden influir en el vínculo materno infantil y porqué.
- Determinar si existe una correlación entre los cambios cerebrales y los niveles hormonales en diferentes etapas del embarazo y posparto.

4. Metodología.

4.1. Diseño del estudio.

“Cambios neurológicos y fisiológicos y su impacto en la cognición en embarazo y posparto” es un estudio observacional descriptivo de cohortes que pretende seguir una cohorte de mujeres embarazadas y poder describir los cambios externos o internos atribuibles.

El enfoque es descriptivo-longitudinal ya que se realizará un seguimiento a mujeres embarazadas desde la etapa pregestacional hasta el posparto. Se compararán cambios neurológicos y hormonales a lo largo del tiempo para describir las modificaciones que puedan atribuirse al embarazo.

Para el estudio en su totalidad se empleó un tiempo en la recogida de datos, de 18 meses.

4.2. Sujetos de estudio

La población diana del presente estudio está conformada por las mujeres embarazadas de la Comunidad de Madrid.

La población accesible son aquellas mujeres embarazadas que reciben atención en el Hospital Universitario Gregorio Marañón, formando la muestra elegible solamente aquellas que cumplan los criterios de inclusión formulados a continuación.

Criterios de inclusión:

- ✓ Mujeres con edades comprendidas entre 18 y 40 años.
- ✓ Mujeres que se encuentren planificando el embarazo o en primeras semanas de gestación.
- ✓ Voluntad para la participación en todas las fases del estudio y llevar a cabo todas las pruebas que sean necesarias firmando el consentimiento informado.

Criterios de exclusión:

- ✓ Presencia de patologías neurológicas previas.
- ✓ Diagnóstico de trastornos psiquiátricos graves.

- ✓ Uso de medicación que afecte el sistema nervioso.
- ✓ Embarazos previos de riesgo con complicaciones.
- ✓ Imposibilidad de acudir a todas las evaluaciones/pruebas del estudio
- ✓ Contraindicación para la realización de las pruebas/RMN.

El muestreo será por conveniencia, ya que se seleccionarán las participantes en función de su disponibilidad y accesibilidad en el centro hospitalario. De esta forma puede que la obtención de resultados sea más limitada, pero es necesario ya que es un estudio en el cual se hace un seguimiento a largo plazo de las participantes.

En cuanto al tamaño muestral, tomando como referencia el número de partos en un año en el hospital Universitario Gregorio Marañón, estaríamos tratando con una población finita. El número total de partos registrados en 2024, es de 4452. Por lo cual el tamaño muestral ajustado con un 10% de pérdidas es de 393.

4.3. Variables.

- **Volumen cerebral total:** variable cuantitativa continua, medida en cm³, se recoge mediante la resonancia magnética. Es necesaria la recogida de esta variable ya que hay estudios realizados con anterioridad en los cuales se demuestran cambios estructurales en el cerebro durante el embarazo.
- **Volumen de materia gris:** variable cuantitativa continua, medida en cm³, recogida mediante la resonancia magnética. Es un requisito evaluar esta variable debido a que se ha observado la reducción de materia gris como parte de los cambios producidos en el embarazo.
- **Volumen de materia blanca:** variable cuantitativa continua, medida en cm³, recogida mediante la resonancia magnética. Su estudio permite evaluar las conexiones neuronales.
- **Función cognitiva:** variable cuantitativa continua, medida en cm³, recogida mediante cuestionarios cognitivos: escala MoCA. Es fundamental su recogida ya que el embarazo influye directamente sobre la memoria y la atención, por lo cual es clave su medición.

- **Estado emocional:** variable cualitativa ordinal, medida en: normal, ansiedad leve, ansiedad moderada, ansiedad severa. Recogido mediante la escala STAI. Existe conocimiento acerca de la afectación del estado de ánimo debido al embarazo.
- **Niveles de estrógenos:** variable cuantitativa continua, medida mediante pg./ml, recogida mediante análisis de sangre. Los estrógenos están directamente relacionados con la plasticidad cerebral.
- **Niveles de progesterona:** variable cuantitativa continua, medida mediante pg./dL, recogido mediante análisis de sangre. Relacionado con la actividad neuronal y su regulación.
- **Niveles de cortisol:** variable cuantitativa continua, medida en pg./dL, recogida mediante análisis de sangre. El cortisol está relacionado con el estrés y con posibles cambios producidos en el cerebro.
- **Nivel de prolactina:** variable cuantitativa continua, medida en pg./dL, recogida mediante análisis de sangre. Durante el embarazo, fluctuaciones de esta hormona están relacionadas con adaptaciones neuroendocrinas.
- **Nivel de oxitocina:** variable cuantitativa continua, recogida mediante análisis de sangre. Relacionada en el embarazo y los cambios neurológicos ya que es moduladora de la vinculación emocional y afectiva.
- **Edad materna:** variable cuantitativa discreta, medida en años y recogida mediante datos sociodemográficos. La edad puede influir en la plasticidad cerebral y en como responden las hormonas.
- **Trimestre de embarazo:** variable cualitativa ordinal, medida en 1º trimestre, 2º trimestre, 3º trimestre, recogido mediante la historia clínica de la mujer. Mediante la diferenciación en el trimestre de embarazo podemos observar y analizar las posibles diferencias según la fase del embarazo en la que se encuentre la mujer.
- **Calidad de sueño:** variable cualitativa ordinal, medida en: Buena, Regular, Mala. Recogida mediante el cuestionario de Pittsburgh. El sueño afecta directamente a la función cognitiva y la regulación de las hormonas.

- **Historia obstétrica previa:** variable cualitativa ordinal, medida en primípara/múltipara, recogido mediante la historia clínica. Las mujeres primerizas pueden llevar a cabo cambios y adaptaciones neurológicas diferentes a las mujeres que ya han tenido embarazos previos.
- **Síntomas depresivos:** variable cualitativa ordinal, medida mediante: Sin síntomas, depresión leve, depresión moderada, depresión severa. Recogido mediante la escala de depresión de Beck (BDI-II). En el embarazo pueden ocurrir episodios depresivos que influyen directamente sobre la plasticidad cerebral.
- **Estrés percibido:** variable cualitativa ordinal medida mediante: Bajo, medio, alto. Recogida mediante la escala de estrés percibido (PSS). La neuroplasticidad puede verse alterada debido al estrés en el embarazo.

4.4. Instrumentos de recogida de datos

Para la recogida de datos, se van a emplear las siguientes herramientas:

1. **Resonancia magnética.** Esta herramienta nos servirá para realizar estudios mediante neuroimagen y así evaluar las posibles modificaciones que se hayan producido en el volumen cerebral, la estructura de la materia gris, y cambios en otras regiones específicas del cerebro que se encuentran relacionadas con la regulación de las emociones y la cognición.
2. **Análisis hormonales:** Se recogerán muestras sanguíneas en cada fase del estudio para medir niveles de estrógenos, progesterona, prolactina y cortisol y oxitocina. Estos marcadores han demostrado estar asociados con cambios en la neuroplasticidad materna y la regulación hormonal.
3. **Cuestionarios estandarizados.** Se empleará el uso de escalas validadas para evaluar la función cognitiva: memoria, atención, y el estado emocional: niveles de ansiedad, depresión o estrés percibido.
 - ✓ **Montreal Cognitive Assessment (MoCA):** Mediante esta prueba se puede evaluar ampliamente el estado cognitivo. Se va a emplear para medir funciones tales como la memoria, la atención y la velocidad de procesamiento, que pueden verse directamente afectadas por el embarazo.

- ✓ **Escala de Ansiedad Estado-Rasgo (STAI):** Este instrumento de medida se utiliza para evaluar los niveles de ansiedad dividido en dos conceptos: Estado y Rasgo, cada uno de ellos tiene 20 cuestiones a responder. El cuestionario de ansiedad como estado evalúa y el cuestionario de ansiedad como rasgo analiza condiciones emocionales temporales, que están definidas por percepciones que son subjetivas, de vigilancia y preocupación. El cuestionario de ansiedad como rasgo indica la posibilidad de una tendencia ansiosa que es relativamente frecuente y define a las personas con predisposición a interpretar las situaciones como peligrosas.

- ✓ **Cuestionario de Pittsburgh para la calidad del sueño:** este cuestionario analiza tanto elementos cualitativos como cuantitativos relacionados con la calidad del sueño durante el mes anterior a su aplicación, un recurso útil para evaluar la calidad y los hábitos de sueño en los pacientes.

- ✓ **Escala de depresión de Beck (BDI-II):** esta escala analiza la presencia de síntomas depresivos y determina la severidad del caso. La escala de Beck, utilizada para evaluar la sintomatología depresiva, consta de 21 ítems, cada uno con cuatro opciones de respuesta organizadas según su grado de gravedad, de menor a mayor.

- ✓ **Escala de estrés percibido (PSS):** mide el nivel de estrés percibido, proporcionando información sobre su adaptación psicológica a los cambios del embarazo.

4.5. Fases del estudio y procedimiento de recogida de datos.

4.5.1. Cronograma.

Fase 1: Planificación del estudio.

En esta fase tuvo lugar la formulación de la pregunta de investigación y la delimitación de los objetivos de estudio. Se realizó una revisión bibliográfica para así poder definir el marco teórico del estudio y solicitar la aprobación por parte del Comité de ética de la investigación.

Fase 2: Reclutamiento de pacientes y consentimiento informado.

En esta fase tendrá lugar la captación de las participantes del Hospital Universitario Gregorio Marañón. Se les explicará detalladamente en qué consiste el estudio, se procederá a la firma del consentimiento informado y se verificarán los criterios de inclusión y exclusión.

Fase 3: Recogida de datos.

Se realizará una evaluación inicial, un seguimiento en el primer, el segundo y el tercer trimestre de embarazo. Se realizarán dos seguimientos en el posparto, el primero en el posparto temprano y el segundo en el posparto tardío. Se registrarán los datos recogidos en una base de datos de Excel®.

Fase 4: Análisis de datos.

Se analizarán las imágenes que se han obtenido mediante las resonancias magnéticas, se evaluarán los datos obtenidos en los cuestionarios y los resultados de los análisis hormonales. Para la interpretación de los resultados se utilizará la herramienta estadística SPSS®, versión 30.0.

Fase 5: Redacción del estudio:

En esta última fase, se elaborará un informe final para la comunicación de los resultados y conclusiones.

4.5.2. Procedimiento de recogida de datos.

La recogida de información para este estudio se llevará a cabo mediante diferentes evaluaciones, incluyendo resonancias magnéticas, cuestionarios y análisis hormonales. Se solicitará el consentimiento informado a todas las participantes antes de su inclusión en el estudio, asegurando su comprensión sobre los objetivos fundamentales del estudio, los procedimientos que se van a llevar a cabo y posibles riesgos que estén asociados al estudio de investigación.

El proceso de recogida de datos se estructurará en cuatro momentos clave:

- Evaluación inicial: pre-embarazo o primeras semanas de gestación.
- Primer, segundo y tercer trimestre de embarazo.
- Posparto temprano y posparto tardío.

Fase del estudio	Prueba neuroimagen	Cuestionarios	Análisis hormonales
Evaluación inicial	Resonancia magnética	MoCA, STAI, Pittsburgh, BDI II, PSS	Estrógenos, prolactina, progesterona, cortisol, oxitocina
Primer trimestre	Resonancia magnética	MoCA, STAI, Pittsburgh, BDI II, PSS	Estrógenos, prolactina, progesterona, cortisol, oxitocina
Segundo trimestre	Resonancia magnética	MoCA, STAI, Pittsburgh, BDI II, PSS	Estrógenos, prolactina, progesterona, cortisol, oxitocina
Tercer trimestre	Resonancia magnética	MoCA, STAI, Pittsburgh, BDI II, PSS	Estrógenos, prolactina, progesterona, cortisol, oxitocina
Posparto temprano	Resonancia magnética	MoCA, STAI, Pittsburgh, BDI II, PSS	Estrógenos, prolactina, progesterona, cortisol, oxitocina
Posparto tardío	Resonancia magnética	MoCA, STAI, Pittsburgh, BDI II, PSS	Estrógenos, prolactina, progesterona, Cortisol y oxitocina

Tabla 2. Cronograma fases de estudio realizado mediante elaboración propia.

Cada evaluación incluirá pruebas de neuroimagen, cuestionarios, análisis hormonales y un seguimiento a través de diarios de autorregistro. Las participantes del estudio van a ser evaluadas en seis momentos distintos durante la realización del estudio. Recibirán recordatorios de sus visitas programadas además de apoyo a la hora de cumplimentar los cuestionarios. Los datos de cada estudio son confidenciales y se les proporcionará a las participantes la opción de poder retirarse del estudio en cualquier momento sin ninguna repercusión.

5. Análisis de datos.

Tras haber recabado todos los datos necesarios del estudio tiene lugar el análisis de datos, empleando el programa Excel® para calcular el tamaño de la muestra y el programa estadístico SPSS®, versión 30.0.

Se llevará a cabo un análisis descriptivo de todas las variables, empleando frecuencias absolutas y relativas en porcentaje para las variables cualitativas, por ejemplo, la presencia o ausencia de síntomas emocionales extraídos de los cuestionarios. Para las variables cuantitativas como el volumen cerebral o los niveles hormonales se calculará la media y la desviación estándar o la mediana si la distribución no es normal.

Para el análisis de posibles asociaciones entre variables se utilizarán pruebas estadísticas tales como Chi-cuadrado para evaluar la relación entre variables cualitativas y pruebas de comparación de medias repetidas como ANOVA para evaluar la evolución de las variables a lo largo del embarazo y el posparto.

El nivel de significación considerado para determinar la existencia de diferencias significativas será de $p < 0.05$.

6. Aspectos éticos.

Este estudio se va a llevar a cabo mediante la conformidad de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, la cual establece cuales son las pautas a la hora de realizar estudios de investigación médica con seres humanos. El estudio será sometido a la revisión y aprobación del comité de Ética del Hospital Universitario Gregorio Marañón, quien evaluará como se ha diseñado la investigación para asegurar que se cumplan todos los principios éticos y las normativas legales relacionadas con la protección de todas las participantes.

Se obtendrá el consentimiento informado por escrito de todas las participantes antes de su inclusión en el estudio. A todas las mujeres se les proporcionará información detallada sobre los objetivos del estudio, los procedimientos, los posibles riesgos y beneficios y su derecho a participar de forma voluntaria. También se les indicará que pueden retirarse del estudio en cualquier momento sin que esto afecte posteriormente a su atención médica.

Se les entregará una copia del consentimiento informado y de los documentos de confidencialidad, asegurando a las participantes tener tiempo suficiente para leer y comprender toda la información antes de tomar una decisión.

En cuanto a los riesgos a los que se van a someter, el estudio no implica procedimientos invasivos, pero existen riesgos menores, los cuales deben ser informados a las participantes.

Las resonancias magnéticas son procedimientos seguros, pero algunas mujeres pueden sentir cierta incomodidad a la hora de permanecer inmóviles durante la prueba. Algunas mujeres pueden experimentar ansiedad a la hora de recibir los resultados que se han obtenido durante el estudio. Aunque estos resultados son proporcionados al equipo médico, se ofrecerá apoyo psicológico para cualquier preocupación emocional que pueda surgir durante el estudio. Para minimizar estos riesgos y transmitir la mayor seguridad posible a las pacientes, se proporcionará atención médica adecuada en caso de ser necesario.

De acuerdo con la legislación vigente en cuanto a la protección de datos personales, se les garantizará a las participantes que toda la información recogida será tratada de forma confidencial y anónima. Almacenándose los datos en el sistema aplicando medidas de seguridad como el cifrado del nombre de las participantes para que no se conozca su identidad.

7. Limitaciones del estudio.

Es cierto que este estudio aportará información valiosa acerca de las modificaciones neurológicas y posibles complicaciones durante el embarazo y posparto, pero a pesar de esto, es importante tener en cuenta que existen ciertas limitaciones a la hora de obtener e interpretar los resultados.

Al emplearse un muestreo por conveniencia, la selección de la muestra no será aleatoria, por lo que se puede encontrar sesgo en los posibles hallazgos. Las participantes serán mujeres que acudan al Hospital Gregorio Marañón, lo que implica que los resultados no se puedan obtener de otro tipo de población. En este caso es un tipo de sesgo de selección, puesto que las participantes no son seleccionadas de forma aleatoria y esto puede influir de forma directa en los resultados, ya que solo se incluye a un grupo específico de mujeres, esto limita la representatividad de la muestra. Para lidiar con este sesgo se recomendaría usar un muestreo aleatorio o incluir participantes de diferentes hospitales o áreas geográficas, esto aumentará la diversidad de la muestra pudiendo así generalizar más los resultados.

La cantidad de mujeres que participen podría verse limitada debido a factores como el tiempo disponible, los recursos o su accesibilidad. Un número reducido de muestras puede comprometer la precisión a la hora de obtener los resultados. El sesgo presente es de tamaño de muestra, este aparece cuando la muestra es insuficiente ya que reduce la capacidad del estudio para detectar diferencias significativas. Aumentando el tamaño de la muestra garantizaríamos que hay suficiente poder estadístico y así los resultados serían más confiables.

Otra limitación del estudio es la influencia de factores externos, aunque se emplearán cuestionarios y resonancias magnéticas para analizar las alteraciones neurológicas, es complicado controlar completamente todas las variables que pueden afectar a los resultados, como el estilo de vida de las participantes, sus antecedentes médicos ajenos al embarazo o estar expuesta a situaciones estresantes. Todas esas variables influyen directamente a la salud neurológica y causar confusión a la hora de interpretar los resultados. En este caso es sesgo por confusión, ya que ocurre cuando factores externos no controlados como el estilo de vida o los antecedentes, influyen en la relación entre variables dependientes e independientes, distorsionando los resultados. Este sesgo se puede controlar recolectando información detallada sobre los factores confesores e incluyéndolos en el análisis estadístico.

También existen sesgos a la hora de recopilar la información: la validez de los datos obtenidos mediante cuestionarios dependerá de la sinceridad y precisión con la que las participantes respondan. En este caso el sesgo presente es de medición, ocurre cuando los datos no son precisos o dependen de la subjetividad de las participantes. Para reducir este sesgo, se deben usar cuestionarios validados y estandarizados y crear un ambiente en el cual las participantes se sientan cómodas y puedan responder de forma sincera.

Cada embarazo es único y las posibles modificaciones neurológicas pueden diferenciarse significativamente entre las distintas mujeres. Esto podría afectar a los resultados que se obtengan mediante el estudio. Hay mujeres que pueden experimentar grandes cambios neurológicos, mientras que otras apenas noten diferencias. Factores como la edad, el estado de salud previo a comenzar el estudio o su nivel de estrés pueden afectar a las modificaciones neurológicas. De esta forma es difícil encontrar un patrón común, ya que los datos pueden ser diferentes entre sí. Sesgo por variabilidad individual, en este caso nos referimos a las diferencias entre las participantes que pueden dificultar la identificación de un patrón común. Las características individuales pueden influir en la forma en que cada mujer experimenta los cambios neurológicos, existiendo heterogeneidad en los resultados. Para mitigar este sesgo, se pueden agrupar las participantes según características similares, por ejemplo la edad, o trimestre de embarazo, y analizar los resultados por grupos.

El estudio involucra un seguimiento en varias etapas del embarazo y posparto, por lo que algunas participantes podrían abandonar el estudio antes de su finalización, esto afectaría directamente a los resultados. Este tipo de sesgo es por abandono, para reducirlo se pueden emplear estrategias de retención, como incentivos para las participantes o realizar un seguimiento regular.

Las analíticas hormonales pueden verse afectadas por fluctuaciones o factores externos como la dieta o el ejercicio físico, por lo cual podría ser complicado encontrar relación entre las modificaciones neurológicas y los niveles hormonales. Este sesgo es del tipo de fluctuación en las mediciones, y para minimizarlo sería recomendable realizar las mediciones en condiciones controladas y en un periodo específico, disminuyendo así la variabilidad biológica. También se pueden tomar muestras repetidas para obtener un promedio de las fluctuaciones.

Las limitaciones anteriormente mencionadas pueden afectar a la validez externa e interna, no obstante, este estudio puede contribuir al conocimiento sobre los cambios neurológicos y fisiológicos en el embarazo y posparto, siendo un punto de partida para futuras investigaciones que tengan mayor alcance. Este tipo de sesgo es de validez interna y externa, para mejorar la validez interna es importante controlar las variables y estandarizar los métodos

de recolección de los datos, en cuanto a la validez externa habría que incluir muestras de diferentes contextos o características como otros hospitales o regiones.

Por último, me gustaría comentar que, para indagar en profundidad en las experiencias y vivencias de las mujeres en lo referente a los cambios experimentados durante el embarazo me hubiera gustado proponer una parte cualitativa, mediante la recogida de diarios en los cuales las participantes expresaran sus vivencias diarias, sentimientos, olvidos, expresar los cambios a todos los niveles que pudieran estar experimentando. Pero dado que no se contempla la investigación cualitativa como modalidad de TFG me gustaría dejarlo pendiente para llevarlo a cabo en el futuro ya que mi línea de investigación es cualitativa/cuantitativa.

8. Bibliografía.

1. Martínez-García M, Paternina-Die M, Barba-Müller E, Martín de Blas D, Beumala L, Cortizo R, et al. Do Pregnancy-Induced Brain Changes Reverse? The Brain of a Mother Six Years after Parturition. *Brain Sciences* (2076-3425) 2021 February 1;11(2):168.
2. Paternina-Die M, Martínez-García M, Martín de Blas D, Noguero I, Servin-Barthet C, Pretus C, et al. Women's neuroplasticity during gestation, childbirth and postpartum. *Nat Neurosci* 2024 February 1;27(2):319–327.
3. Pritschet L, Taylor CM, Cossio D, Faskowitz J, Santander T, Handwerker DA, et al. Neuroanatomical changes observed over the course of a human pregnancy. *Nat Neurosci* 2024;27(11):2253–2260.
4. Sierra Benítez EM, León Pérez MQ, Sierra Benítez EM, León Pérez MQ. Plasticidad cerebral, una realidad neuronal. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río* 2019 08;23(4):599–609.
5. Barba-Müller E, Craddock S, Carmona S, Hoekzema E. Brain plasticity in pregnancy and the postpartum period: links to maternal caregiving and mental health. *Arch Womens Ment Health* 2019 April 1;22(2):289–299.
6. Brunton PJ, Russell JA. The expectant brain: adapting for motherhood. *Nature reviews Neuroscience* 2008 January 1;9(1):11–25.
7. Servin-Barthet C, Martínez-García M, Pretus C, Paternina-Die M, Soler A, Khymenets O, et al. The transition to motherhood: linking hormones, brain and behaviour. *Nat Rev Neurosci* 2023 10;24(10):605–619.
8. Nasrallah HA. Brain structural and cognitive changes during pregnancy. *CP* 2023 11;22(11).
9. Callaghan B, McCormack C, Tottenham N, Monk C. Evidence for cognitive plasticity during pregnancy via enhanced learning and memory. *Memory* 2022 May 1;30(5):519– 536.
10. Pawluski JL. The parental brain, perinatal mental illness, and treatment: A review of key structural and functional changes. *Seminars in Perinatology* 2024 -1001;48(6):151951.
11. Luders E, Kurth F, Gingnell M, Engman J, Yong E, Poromaa IS, et al. From baby brain to mommy brain: Widespread gray matter gain after giving birth. *Cortex* 2020 05;126:334–342.
12. Neudorfer C, Elias GJB, Jakobs M, Boutet A, Germann J, Narang K, et al. Mapping autonomic, mood and cognitive effects of hypothalamic region deep brain stimulation. *Brain* 2021 -09-01;144(9):2837–2851.
13. Khan L, Aziz R, Nishtar T. Magnetic Resonance Imaging findings in pregnancy related neurological complications. *J Pak Med Assoc* 2022 -12;72(12):2448–2452.
14. Hoekzema E, van Steenbergen H, Straathof M, Beekmans A, Freund IM, Pouwels PJW, et al. Mapping the effects of pregnancy on resting state brain activity, white matter microstructure,

- neural metabolite concentrations and grey matter architecture. *Nat Commun* 2022 November 22;13(1):6931.
- 15.Spalek K, Straathof M, Koyuncu L, Grydeland H, van der Geest A, van't Hof SR, et al. Pregnancy renders anatomical changes in hypothalamic substructures of the human brain that relate to aspects of maternal behavior. *Psychoneuroendocrinology* 2024 -0601;164:107021.
- 16.Hillerer KM, Jacobs VR, Fischer T, Aigner L. The maternal brain: an organ with peripartal plasticity. *Neural Plast* 2014;2014:574159.
- 17.Grattan DR, Ladyman SR. Neurophysiological and cognitive changes in pregnancy. *Handb Clin Neurol* 2020;171:25–55.
- 18.Definición de hipófisis - Diccionario de cáncer del NCI - NCI. 2011; Available at: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionariocancer/def/hipofisis>.
- 19.Introducción a la hipófisis - Trastornos hormonales y metabólicos. Available at: <https://www.msmanuals.com/es/hogar/trastornos-hormonales-y-metabolicos/trastornos-de-la-hipofisis/introducción-a-la-hipofisis>.
- 20.La hipófisis | San Diego Hospital, Healthcare. Available at: <http://myhealth.ucsd.edu/Spanish/DiseasesConditions/Adult/Endocrinology/85,P03543>.
- 21.Hipófisis (glándula pituitaria). Available at: <https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/hipofisis-glandula-pituitaria>.
- 22.Endocrinología reproductiva femenina - Ginecología y obstetricia. Available at: <https://www.msmanuals.com/es/professional/ginecología-y-obstetricia/endocrinología-reproductiva-femenina/endocrinología-reproductiva-femenina>.
- 23.Laway BA, Mir SA. Pregnancy and pituitary disorders: Challenges in diagnosis and management. *Indian J Endocrinol Metab* 2013 -11;17(6):996–1004.
- 24.Thorner MO. Changes in the Anatomy and Function of the Maternal Anterior Pituitary Gland During Pregnancy. *Mayo Clinic Proceedings* 1990 -04-01;65(4):597–599.
- 25.Benson JC, Malyuk DF, Madhavan A, Guerin JB, Krecke KN, Little JT, et al. Pituitary volume changes in pregnancy and the post-partum period. *Neuroradiol J* 2024 02;37(1):39–42.
- 26.Stefaneanu L, Kovacs K, Lloyd RV, Scheithauer BW, Young WF, Sano T, et al. Pituitary lactotrophs and somatotrophs in pregnancy: a correlative in situ hybridization and immunocytochemical study. *Virchows Archiv B Cell Pathol* 1992 12;62(1):291–296.
- 27.Mortimer AM, Bradley MD, Likeman M, Stoodley NG, Renowden SA. Cranial neuroimaging in pregnancy and the post-partum period. *Clinical Radiology* 2013 05;68(5):500–508.
- 28.Honegger J, Giese S, Nasi-Kordhishti I, Donegan DM. Pregnancy-related hypophysitis revisited. *Eur J Endocrinol* 2023 February 14;188(2):lvad003.
- 29.Jamieson DG, McVige JW. Imaging of Neurologic Disorders in Pregnancy. *Neurol Clin* 2020 -02;38(1):37–64.

30. Jallad RS, Glezer A, Machado MC, Bronstein MD. Pituitary Disorders During Pregnancy and Lactation. *Maternal-Fetal and Neonatal Endocrinology*: Elsevier; 2020. p. 259–286.
31. Zhan Y, Xu T, Wang X. Perinatal Management and Outcomes of Pregnancy Following Sheehan Syndrome: A Case Report and Literature Review. *Maternal-Fetal Medicine* 2021 July;3(3):213.
32. Grattan DR, Ladyman SR. Neurophysiological and cognitive changes in pregnancy. *Handb Clin Neurol* 2020;171:25–55.
33. Duarte-Guterman P, Leuner B, Galea LAM. The long and short term effects of motherhood on the brain. *Front Neuroendocrinol* 2019 -04;53:100740.
34. Ader R, Cohen N, Felten DL. Brain, behavior, and immunity. *Brain Behav Immun* 1987 March 1;1(1):1–6.
35. Burrell T. Making Sense of Mommy Brain. *Discover* 2019 0101;40(1):22–26.
36. Brett M, Baxendale S. Motherhood and memory: a review. *Psychoneuroendocrinology* 2001 -05-01;26(4):339–362.
37. Ziomkiewicz A, Wichary S, Jasienska G. Cognitive costs of reproduction: life-history trade-offs explain cognitive decline during pregnancy in women. *Biological Reviews* 2019 06;94(3):1105–1115.
38. Barda G, Mizrachi Y, Borokchovich I, Yair L, Kertesz DP, Dabby R. The effect of pregnancy on maternal cognition. *Sci Rep* 2021 -06-09;11(1):12187.
39. Orchard ER, Rutherford HJV, Holmes AJ, Jamadar SD. Matrescence: lifetime impact of motherhood on cognition and the brain. *Trends in Cognitive Sciences* 2023 -0301;27(3):302–316.
40. Kim P, Strathearn L, Swain JE. The maternal brain and its plasticity in humans. *Horm Behav* 2016 January 1;77:113–123.
41. Coo Calcagni S, Mira Olivos A, García Valdés MI, Zamudio Berrocal P, Coo Calcagni S, Mira Olivos A, et al. Salud mental en madres en el período perinatal. *Andes pediátrica* 2021 10;92(5):724–732.
42. Santamaría Caballero DL, De Paula Suelto K, Abaunza Pretelt LC, Esteban Cárdenas MF. Trastornos psiquiátricos desencadenados por la gestación: una revisión sistemática de la literatura. *Revista Neuronum* 2020;6(4):86–113.

ANEXOS

Anexo 1: Documento de información del estudio.

DOCUMENTO DE INFORMACIÓN DE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

“Cambios neurológicos y fisiológicos y su impacto en la cognición en embarazo y posparto”

Agradecemos su disposición en la participación del estudio. Este documento tiene como finalidad el brindarle información detallada y clara sobre el propósito del estudio, los procedimientos a seguir y las posibles implicaciones derivadas de su participación.

El objetivo del estudio no es otro que comprender los cambios neurológicos que ocurren en el cerebro de las mujeres durante el embarazo y posparto. Se utilizarán diversas técnicas tales como resonancia magnética, analíticas hormonales y cuestionarios estandarizados en los que se evaluará la función cognitiva y emocional y a través de los cuales conoceremos información relevante.

Su participación en este estudio es completamente voluntaria. Tiene la libertad de decidir no participar o retirarse en cualquier punto del estudio, sin que esto afecte en su atención médica ni en la relación con el equipo de salud.

En caso de aceptar la participación se le pedirá que realice las siguientes actividades a lo largo de la realización del estudio.

1. Realización de resonancias magnéticas cerebrales en diferentes momentos a lo largo del embarazo y posparto.
2. Extracción de muestras sanguíneas para la obtención de niveles hormonales
3. Realización y cumplimentación de cuestionarios estandarizados diseñados para la evaluación del estado cognitivo y emocional en relación con el embarazo
4. Completar un diario/autorregistro sobre emociones y percepciones emocionales diarios.

En cuanto a los riesgos posibles, la resonancia magnética es un procedimiento seguro y no invasivo. Sin embargo, si tuviera claustrofobia o implantes metálicos es importante su comunicación lo antes posible. La extracción sanguínea podría causar molestias mínimas en el momento de su obtención.

Aunque la participación en el estudio no supone ningún beneficio de forma directa, los resultados de este estudio pueden contribuir significativamente al conocimiento sobre los cambios neurológicos que supone el embarazo en la mujer. Siendo de gran ayuda de cara a la atención médica a futuras mujeres.

Me comprometo, como investigadora principal de este estudio, a mantener la confidencialidad de toda la información recabada durante su desarrollo. Para ello, declaro que los nombres y datos identificativos de las pacientes serán codificados mediante un sistema alfanumérico, de modo que en ningún momento se podrá asociar la identidad real de las participantes con los datos recogidos.

Con la firma de este documento, confirma que ha leído y comprendido toda la información proporcionada sobre el estudio: *Cambios neurológicos y fisiológicos y su impacto en la cognición en embarazo y posparto.*

Firma del participante :

Firma investigador:

Fecha:

Anexo 2: Compromiso de confidencialidad.

Título del estudio: *“Cambios neurológicos y fisiológicos y su impacto en la cognición en embarazo y posparto”*

Investigadora principal: María Muñoz Moreno

Universidad: Pontificia de Comillas

- Se declara que toda la información que se recoja en este estudio se tratará con estricta confidencialidad y será utilizada única y exclusivamente con fines de investigación.
- Los datos personales de las participantes serán cifrados para la imposibilidad de su reconocimiento e identificación.
- La información obtenida mediante el estudio será almacenada mediante protocolos de seguridad.
- Solo tendrán acceso a esta información los investigadores del estudio.
- Los datos no serán compartidos a terceros bajo ningún concepto.
- La participación en este estudio es completamente voluntaria.
- Existe el derecho de solicitar información en cualquier momento sobre el estudio.

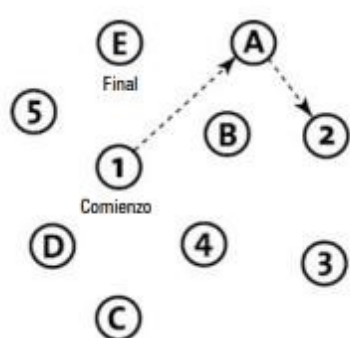
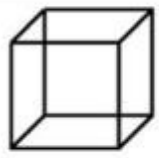
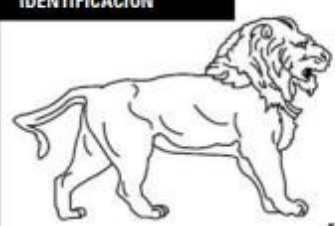
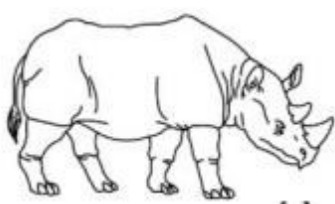
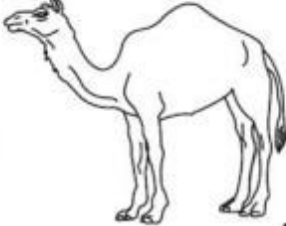
Con la firma de este documento, confirma que ha leído y comprendido toda la información proporcionada.

Firma participante:

Firma investigador:

Fecha:

Anexo 3: Montreal Cognitive Assessment (MoCA) Evaluación cognitiva.

MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA) (EVALUACIÓN COGNITIVA MONTREAL)		NOMBRE: _____ Nivel de estudios: _____ Sexo: _____		Fecha de nacimiento: _____ FECHA: _____					
VISUOSPACIAL / EJECUTIVA		 <input type="checkbox"/>		 Copiar el cubo <input type="checkbox"/>		Dibujar un reloj (Once y diez) (3 puntos) <input type="checkbox"/> Contorno <input type="checkbox"/> Números <input type="checkbox"/> Agujas ___/5			
IDENTIFICACIÓN		 <input type="checkbox"/>		 <input type="checkbox"/>		 <input type="checkbox"/> ___/3			
MEMORIA		Lea la lista de palabras, el paciente debe repetirlas. Haga dos intentos. Recuérdese las 5 minutos más tarde.		ROSTRO	SEDA	IGLESIA	CLAVEL	ROJO	Sin puntos
		1er intento							
		2º intento							
ATENCIÓN		Lea la serie de números (1 número/seg.)		El paciente debe repetirla. <input type="checkbox"/> 2 1 8 5 4 El paciente debe repetirla a la inversa. <input type="checkbox"/> 7 4 2				___/2	
		Lea la serie de letras. El paciente debe dar un golpecito con la mano cada vez que se diga la letra A. No se asignan puntos si ≥ 2 errores.		<input type="checkbox"/> FBACMNAAJKLBAFAKDEAAAJAMOF AAB				___/1	
		Restar de 7 en 7 empezando desde 100.		<input type="checkbox"/> 93	<input type="checkbox"/> 86	<input type="checkbox"/> 79	<input type="checkbox"/> 72	<input type="checkbox"/> 65	___/3
				4 o 5 sustracciones correctas: 3 puntos, 2 o 3 correctas: 2 puntos, 1 correcta: 1 punto, 0 correctas: 0 puntos.					
LENGUAJE		Repetir: El gato se esconde bajo el sofá cuando los perros entran en la sala. <input type="checkbox"/> Esperó que él le entregue el mensaje una vez que ella se lo pida. <input type="checkbox"/>		___/2					
		Fluidez del lenguaje. Decir el mayor número posible de palabras que comiencen por la letra "P" en 1 min. <input type="checkbox"/> _____ (N ≥ 11 palabras)		___/1					
ABSTRACCIÓN		Similitud entre p. ej. manzana-naranja = fruta <input type="checkbox"/> tren-bicicleta <input type="checkbox"/> reloj-regla		___/2					
RECUERDO DIFERIDO		Debe acordarse de las palabras SIN PISTAS		ROSTRO	SEDA	IGLESIA	CLAVEL	ROJO	Puntos por recuerdos SIN PISTAS únicamente
		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Optativo		Pista de categoría							
		Pista elección múltiple							
ORIENTACIÓN		<input type="checkbox"/> Día del mes (fecha) <input type="checkbox"/> Mes <input type="checkbox"/> Año <input type="checkbox"/> Día de la semana <input type="checkbox"/> Lugar <input type="checkbox"/> Localidad		___/6					

Anexo 4: Cuestionario de Ansiedad Estado-Rasgo (STAI).

A continuación se exponen varias preguntas que se utilizan para describirse a uno mismo.

Lea cada frase e intente contestar para expresar cómo se siente en este momento.

Conteste en relación al siguiente orden: **0-nada, 1-algo, 2-bastante, 3-mucho.**

	0	1	2	3
1. Me siento calmado				
2. Me siento seguro				
3. Estoy tenso				
4. Me siento disgustado				
5. Me siento cómodo				
6. Me siento alterado				
7. Estoy preocupado por posibles desgracias.				
8. Me siento descansado				
9. Me siento angustiado				
10. Me siento cómodo				
11. Tengo confianza en mi mismo				
12. Me siento nervioso				
13. Me siento agitado				
14. Me siento atado				
15. Estoy relajado/a				
16. Me siento satisfecho				
17. Estoy preocupado				
18. Me siento aturdido				
19. Me siento alegre				
20. En este momento me siento bien				

Este cuestionario continúa en la siguiente hoja....

A continuación se exponen varias preguntas que se utilizan para describirse a uno mismo.

Lea cada frase e intenta contestar para expresar cómo se siente en general.

Conteste en relación al siguiente orden: **0-nada, 1-algo, 2-bastante, 3-mucho.**

	0	1	2	3
21. Me siento bien				
22. Me canso rápidamente				
23. Siento ganas de llorar				
24. Me gustaría ser tan feliz como otros				
25. Pierdo oportunidades por no decidirme pronto				
26. Me siento descansado				
27. Soy una persona tranquila				
28. Siento que las dificultades se amontonan y no las puedo superar				
29. Me preocupo demasiado por cosas sin importancia				
30. Soy feliz				
31. Suelo tomar las cosas demasiado seriamente				
32. Me falta confianza en mi mismo				
33. Me siento seguro				
34. No suelo afrontar las dificultades				
35. Me siento triste "Melancólico"				
36. Estoy satisfecho				
37. Algunas ideas poco importantes ocupan mi cabeza y me molestan				
38. Me afectan tanto los desengaños que no los puedo olvidar				
39. Soy una persona estable				
40. Cuando pienso sobre asuntos y preocupaciones actuales me pongo tenso y agitado				

Anexo 5: Escala de estrés percibido (PSS).

Ítem	Nunca	Casi nunca	A veces	A menudo	Muy a menudo
¿Ha estado molesto por algo inesperado?					
¿Sintió que no podía controlar cosas importantes?					
¿Se sintió nervioso o estresado?					
¿Ha manejado con éxito los problemas diarios?					
¿Se ha sentido que todo iba bien?					
¿Sintió que no podía afrontar cosas que tenía que hacer?					
¿Ha estado en control de las irritaciones de su vida?					
¿Se sintió que tenía todo bajo control?					
¿Se sintió enfadado por cosas fuera de su control?					
¿Dificultades que no podía superar?					

Anexo 6: Índice de calidad de sueño de Pittsburgh.

- 1. Durante el ultimo mes, ¿Cuál ha sido su hora de acostarse?**

- 2. ¿Cuánto tiempo habrá tardado en dormirse, normalmente, las noches del último mes?**

- 3. Durante el último mes, ¿A qué hora se ha levantado habitualmente por la mañana?**

- 4. ¿Cuántas horas calcula que habrá dormido verdaderamente cada noche durante el último mes?**

- 5. Durante el último mes, cuantas veces ha tenido usted problemas para dormir a causa de:**
 - a) No poder conciliar el sueño en la primera media hora**
 - Ninguna vez en el último mes
 - Menos de una vez a la semana
 - Una o dos veces a la semana
 - Tres o mas veces a la semana

 - b) Despertarse durante la noche o de madrugada**
 - Ninguna vez en el último mes
 - Menos de una vez a la semana
 - Una o dos veces a la semana
 - Tres o más veces a la semana

 - c) Tener que levantarse para ir al servicio**
 - Ninguna vez en el último mes
 - Menos de una vez a la semana
 - Una o dos veces a la semana
 - Tres o más veces a la semana

d) No poder respirar bien:

- Ninguna vez en el último mes
- Menos de una vez a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Tres o más veces a la semana

e) Toser o roncar ruidosamente:

- Ninguna vez en el último mes
- Menos de una vez a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Tres o más veces a la semana

f) Sentir frío:

- Ninguna vez en el último mes
- Menos de una vez a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Tres o más veces a la semana

g) Sentir demasiado calor:

- Ninguna vez en el último mes
- Menos de una vez a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Tres o más veces a la semana

h) Tener pesadillas o malos sueños:

- Ninguna vez en el último mes
- Menos de una vez a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Tres o más veces a la semana

i) Sufrir dolores:

- Ninguna vez en el último mes
- Menos de una vez a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Tres o más veces a la semana

j) Otras razones, por favor, descríbalas:

- Ninguna vez en el último mes
- Menos de una vez a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Tres o más veces a la semana

6. Durante el último mes, ¿cómo valoraría en conjunto la calidad de su sueño?

- Muy buena
- Bastante buena
- Bastante mala
- Muy mala

7. Durante el último mes ¿Cuántas veces habrá tomado medicinas (por su cuenta o recetadas por el médico) para dormir?

- Ninguna vez en el último mes
- Menos de una vez a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Tres o más veces a la semana

8. Durante el último mes, ¿cuántas veces ha sentido somnolencia mientras conducía, comía o desarrollaba alguna que otra actividad?

- Ninguna vez en el último mes
- Menos de una vez a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Tres o más veces a la semana

9. Durante el último mes, ha representado para usted mucho problema el tener ánimos para realizar alguna de las actividades detalladas en la pregunta anterior?

- Ningún problema
- Sólo un leve problema
- Un problema
- Un grave problema

10. ¿Duerme solo o acompañado?

- Solo
- Con alguien en otra habitación
- En la misma habitación, pero en otra cama
- En la misma cama

Anexo 7: Cronograma desarrollo del estudio.

Fase / Actividad	Jun 2025 / Jul 2025 / Ago 2025	Sep 2026 / Oct 2026 / Nov 2026	Dic 2026 / Ene 2026 / Feb 2026	Mar 2026 / Abr 2026 / May 2026	Jun 2026 / Jul 2026 / Ago 2026	Sep 2027 / Oct 2027 / Nov 2027	Dic 2027 / Ene 2027 / Feb 2027	Mar 2027 / Abr 2027 / May 2027	Jun 2027 / Jul 2027 / Ago 2027	Sep 2028 / Oct 2028 / Nov 2028	Dic 2028 / Ene 2028 / Feb 2028	Mar 2028 / Abr 2028 / May 2028
1. Fase conceptual												
Elección del tema del TFG	X	X										
Búsqueda bibliográfica	X	X	X									
Lectura crítica de los artículos	X	X										
Redacción de la fundamentación y justificación	X											
2. Fase metodológica												
Elección del tipo de estudio	X	X										
Diseño del estudio	X											
3. Fase empírica												
Reparto de C.I. y formularios	X											
Recogida de datos	X	X	X	X	X	X						
Análisis de datos	X	X	X									
Conclusión y difusión de los resultados	X	X										

Anexo 8: Cuadernillo de evaluación de variables.

Variables neurológicas:

Variable	Observaciones / Respuesta
Volumen cerebral total	Medido en mm ³ mediante resonancia magnética
Volumen de materia gris	Medido en mm ³
Volumen de materia blanca	Medido en mm ³

Variables hormonales:

Variable	Observaciones / Respuesta
Niveles de estrógenos	ng/mL (análisis sanguíneo)
Niveles de progesterona	ng/mL
Niveles de cortisol	µg/dL o nmol/L
Nivel de prolactina	ng/mL
Nivel de oxitocina	pg/mL

Variables clínicas y personales:

Variable	Observaciones / Respuesta
Trimestre de embarazo	1º / 2º / 3º trimestre
Calidad de sueño	Escala de Pittsburgh (0–21)
Historia obstétrica previa	Número de embarazos previos, abortos, partos
¿Cree que goza de un buen estado de salud?	Sí / No
¿Fuma?	Sí / No
¿Consume alcohol?	Nunca / Mensual / Semanal / A diario
¿Ha perdido a algún familiar cercano?	Sí / No
¿Ha perdido a algún amigo íntimo?	Sí / No

Variables psicológicas y cognitivas:

Variable	Observaciones / Respuesta
Función cognitiva	Prueba MOCA o similar (p. ej. 0–30)
Estado emocional	Escala de Likert o cuestionarios estandarizados
Síntomas depresivos	EPDS (0–30) o BDI-II
Estrés percibido	PSS (0–40)

Variables sociodemográficas:

Variable	Observaciones / Respuesta
Edad materna	Años cumplidos

Anexo 9: Lista de verificación de indicadores neurológicos durante el embarazo.

Categoría	Ítem a evaluar	Tipo de prueba	Indicador esperado	Confirmado (✓/X)
Estructural / funcional (neuroimagen)	Disminución del volumen de sustancia gris en regiones como hipocampo, corteza prefrontal y temporal medial	Resonancia Magnética (RM)	Reducción significativa respecto a valores basales o controles	
	Preservación de la sustancia blanca	RM	Sin lesiones ni desmielinización detectable	
	Actividad metabólica cerebral en regiones relacionadas con el comportamiento maternal	PET (Tomografía por Emisión de Positrones)	Aumento o reorganización del metabolismo cerebral local	
Hormonal	Niveles elevados de estrógenos y progesterona	Analítica hormonal	Incremento progresivo durante el embarazo	
	Incremento de oxitocina	Analítica hormonal	Elevación marcada especialmente en tercer trimestre y posparto	
	Elevación de prolactina	Analítica hormonal	Pico alrededor del parto y lactancia	
	Cortisol elevado como reflejo del eje HHA adaptado	Analítica hormonal	Niveles más altos que en no embarazadas, sin signos de disfunción	
Funcional - Cognitivo	Atención, memoria y funciones ejecutivas	MoCA	Dificultades leves en memoria inmediata, atención	

			sostenida o fluidez verbal	
	Quejas subjetivas de concentración o olvidos	MoCA + entrevista o escala subjetiva	Correlación con puntuación MoCA o autoinforme	
Funcional - Emocional	Ansiedad estado (transitoria)	STAI-E	Puntuación >40 = ansiedad moderada; >60 = alta	
	Ansiedad rasgo (rasgo de personalidad ansiosa)	STAI-R	Puntuación >40 = tendencia ansiosa crónica	
	Estrés percibido en las últimas semanas	PSS	>20 = estrés percibido alto	
	Calidad del sueño: latencia, duración, interrupciones	Pittsburgh Sleep Quality Index	>5 = mala calidad del sueño	
	Insomnio inicial o despertares frecuentes	Pittsburgh (ítems específicos)	Puntuación elevada en subcomponentes	
	Estado emocional depresivo	Inventario de Depresión de Beck (BDI)	10–18 = leve, 19–29 = moderada, >30 = grave	
	Alteraciones emocionales en el vínculo o percepción del embarazo	Beck + observación clínica	Síntomas depresivos pueden afectar vínculo prenatal	

