



**Universidad
Santander**

Reacreditación Institucional por el CONEAUPA según Resolución 20
publicada en Gaceta Oficial el 04/01/2023 - República de Panamá

UNIVERSIDAD SANTANDER

Facultad de Ciencia de la Salud

Licenciatura en Radiología e Imágenes Diagnósticas

**VALIDACIÓN DE RESONANCIA MAGNÉTICA EN DETECCIÓN TEMPRANA
DE ALZHEIMER.**

Trabajo de grado para optar por el título de Licenciatura en Radiología e Imágenes
Diagnósticas

AUTOR/ES:

Alaniss Michelle Herrera Solís,
Estefanía Joan López Molinar,
Leonardo Javier Eysseric Navarro,
Jhoselyn Julissa Ponce Rodríguez,
Madelyn Del Carmen Rojas De Gracia.

Director del Trabajo:

Enil Jaén

Asesor metodológico:

Margot Carrillo

Panamá, 12 de marzo de 2026

Dedicatoria

A Dios, por ser nuestro guía y fortaleza, en cada etapa de este proceso, por brindarnos sabiduría, perseverancia y la oportunidad de culminar con éxito esta etapa académica.

A nuestros familiares, por su apoyo incondicional, comprensión y sacrificio constante. Su confianza y aliento fueron fundamentales para mantenernos firmes ante los retos y desafíos que se presentaron durante el desarrollo de este trabajo.

A nuestros profesores, por compartir sus conocimientos, experiencia y vocación, y por orientarnos con compromiso y dedicación a lo largo de nuestra formación profesional. Sus enseñanzas han sido clave para la realización de esta investigación.

A todas aquellas personas, instituciones que, de manera directa o indirecta, contribuyeron con su apoyo, colaboración y palabras de motivación para ser posible la culminación de este proyecto académico.

Autores

Agradecimientos

Agradecemos, en primer lugar, a Dios por guiarnos y darnos la fortaleza necesaria para culminar esta etapa académica. A nuestros padres y familiares, por su apoyo incondicional, comprensión y sacrificio constante, que fueron fundamentales para alcanzar este logro.

Expresamos nuestro sincero, agradecimiento a nuestro asesor y director de tesis, por su orientación, paciencia y valiosos, aportes durante el desarrollo de este trabajo, así como a los docentes de la carrera, quienes contribuyeron a nuestra formación profesional y académica.

También agradecemos a nuestros compañeros y amigos, por el trabajo en equipo, el compañerismo y el apoyo mutuo a lo largo de este proceso, así como a todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, colaboraron en la realización de esta investigación.

Finalmente, agradecemos a la institución que nos brindó las herramientas y el espacio para formarnos como profesionales, permitiéndonos, culminar con éxito esta etapa importante de nuestras vidas.

Autores

Resumen

Introducción: La enfermedad de Alzheimer impone un desafío emocional y social profundo en Panamá, donde el envejecimiento poblacional acelera su incidencia. Como radiólogo, se valora cómo la resonancia magnética (RM) puede humanizar el diagnóstico temprano, revelando cambios cerebrales sutiles antes de que el deterioro sea irreversible, y así ofrecer esperanza a pacientes y familias en contextos con recursos limitados. **Objetivo:** Estudiar el proceso de validación de la RM para la detección temprana de Alzheimer en la Clínica Open Side, julio-septiembre 2025, identificando su estado actual, factores influyentes, implicaciones clínicas y precisión frente a métodos tradicionales. **Método:** Estudio cuantitativo descriptivo, con encuesta dicotómica y politómica aplicada a 13 profesionales en radiología (muestreo por conveniencia) y guía de observación en 10 pacientes. Se empleó Alfa de Cronbach (0.90) para validez, analizando datos con estadísticas descriptivas. **Resultados:** El 70% de casos mostró atrofia hipocampal compatible con Alzheimer temprano; sensibilidad de RM >85%, superando métodos como MMSE. Factores clave incluyen experiencia radiológica y coordinación clínica, con correlación entre imágenes y riesgo clínico en 50% de concordancias. **Conclusiones/Recomendaciones:** La RM valida su rol predictivo, pero requiere protocolos estandarizados. Se recomienda capacitaciones continuas, integración multidisciplinaria y estudios longitudinales para optimizar su aplicación, fomentando una medicina preventiva inclusiva.

Palabras Clave: Validación, Resonancia Magnética, Detección Temprana, Alzheimer, Biomarcadores Estructurales.

Abstract

Introduction: Alzheimer's disease poses a profound emotional and social challenge in Panama, where population aging is accelerating its incidence. As a radiologist, I reflect on how magnetic resonance imaging (MRI) can humanize early diagnosis, revealing subtle brain changes before deterioration becomes irreversible, and thus offer hope to patients and families in resource-limited settings. **Objective:** To study the validation process of MRI for the early detection of Alzheimer's disease at the Open Side Clinic, July-September 2025, identifying its current status, influencing factors, clinical implications, and accuracy compared to traditional methods. **Method:** A descriptive quantitative study was conducted, using dichotomous and polytomous surveys administered to 13 radiology professionals (convenience sampling) and an observation guide for 10 patients. Cronbach's alpha (0.90) was used for validity, and data were analyzed with descriptive statistics. **Results:** 70% of cases showed hippocampal atrophy consistent with early-stage Alzheimer's disease; MRI sensitivity was >85%, surpassing methods such as the MMSE. Key factors include radiological expertise and clinical coordination, with a 50% concordance rate between imaging and clinical risk. **Conclusions/Recommendations:** MRI validates its predictive role but requires standardized protocols. We recommend ongoing training, multidisciplinary integration, and longitudinal studies to optimize its application, fostering inclusive preventive medicine.

Keywords: Validation, Magnetic Resonance Imaging, Early Detection, Alzheimer's Disease, Structural Biomarkers

Índice General

	Página
Introducción.....	1
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1. El Problema de Investigación.....	4
1.1. Descripción del Problema de Investigación	4
1.1.1. Planteamiento del Problema o Pregunta de Investigación.....	11
1.2. Justificación.....	12
1.3. Objetivos.....	15
1.3.1. Objetivos Generales.....	15
1.3.2. Objetivos Específicos	15
1.4. Delimitación de la Línea y Sub - Línea de Investigación.....	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Marco Histórico.....	19
2.2. Marco Legal.....	25
2.3. Marco Referencial	33
2.3.1. Fundamentos Teóricos de la Neuroimagen en la Enfermedad de Alzheimer	33
2.3.1.1. Conceptualización de la enfermedad de Alzheimer y su evolución clínica	35
2.3.1.2. Principios físicos y técnicos de la resonancia magnética aplicada al	
cerebro	37
2.3.1.3. Biomarcadores estructurales identificables mediante resonancia	
magnética.....	38
2.3.1.4. Avances recientes en resonancia magnética de alta resolución y su impacto	
diagnóstico.....	40

2.3.1.5. Protocolo y planeación de resonancia magnética para la detección temprana de Alzheimer.....	41
2.3.1.6. Utilidad diagnóstica de las secuencias avanzadas en resonancia magnética cerebral	42
2.3.2. Utilización Actual de la Resonancia Magnética como Herramienta Diagnóstica	43
2.3.2.1. Estado de implementación de protocolos de neuroimagen en centros clínicos.....	45
2.3.2.2. Criterios de inclusión y exclusión en estudios de resonancia magnética cerebral	46
2.3.2.3. Experiencias internacionales y latinoamericanas en la detección temprana	48
2.3.2.4. Desafíos en la interpretación radiológica y su repercusión en la práctica clínica.....	49
2.3.3. Factores Clínicos, Técnicos y Operativos que Inciden en la Validación	51
2.3.3.1. Variables técnicas que afectan la calidad de la imagen y la reproducibilidad.....	53
2.3.3.2. Factores clínicos que condicionan la precisión diagnóstica de los hallazgos	54
2.3.3.3. Nivel de formación y competencia profesional en neuroimagen	56
2.3.3.4. Importancia de la estandarización de protocolos en entornos clínicos específicos	57
2.3.4. Implicaciones Diagnósticas, Éticas y Sociales de la Detección Precoz	58
2.3.4.1. Relevancia clínica de un diagnóstico temprano y su impacto terapéutico ..	60
2.3.4.2. Consideraciones éticas en el uso de tecnologías de alta complejidad	61

2.3.4.3. Percepción social de la resonancia magnética como herramienta predictiva	63
2.3.4.4. Proyecciones para la mejora de la calidad de vida de los pacientes y sus familias	64
2.4. Marco Contextual	65
2.4.1. Entorno Institucional de la Clínica Open Side	65
2.4.1.1. Características operativas, tecnológicas y organizativas vinculadas al servicio de resonancia magnética	67
2.4.2. Contexto Epidemiológico y Demográfico del Alzheimer en Panamá.....	70
2.4.2.1. Tendencias locales de prevalencia, factores de riesgo y desafíos en la detección precoz de la enfermedad.....	72
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	73
3.1. Tipo y diseño de Investigación.....	74
3.2. Unidades de Análisis	74
3.2.1. Población.....	74
3.2.2. Muestra.....	75
3.3. Variables de la Investigación.....	77
3.3.2. Definición Operacional	77
3.4. Consideraciones Éticas	79
3.5. Métodos para la recolección de los datos	80
3.5.1. Delimitación del o los Instrumentos.....	80
3.5.2. Validez o confiabilidad del o los Instrumentos.	83
3.6. Procedimiento.....	84
CAPÍTULO IV. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	88

4.1. Presentación de los Resultados.....	89
4.1.1. Cuestionario. Profesional de Radiología	90
4.1.2. Guía de Observación. Paciente.....	106
4.2. Discusión de los Resultados	116
Conclusión.....	120
Recomendaciones	123
Referencias	125
Anexos.....	130
A. Presupuesto.....	131
B. Cronograma.....	132
C. Inscripción Proyecto	133
D. Registro Resegis	134
E. Instrumento de Recolección de Datos.....	135
F. Alpha de Cronbach.....	143
G. Consentimiento Informado	144
H. Carta de Aprobación del Comité de Bioética	146
I. Carta y Diploma Profesor Español.....	148
J. Estrategia Informativa.....	152

Índice de Tabla

	Página
Tabla 1. Operacional de las Variables	77
Tabla 2. Sexo del personal de radiología.....	90
Tabla 3. Edad del personal de radiología.....	91
Tabla 4. Nivel académico del personal de radiología.....	92
Tabla 5. Años de Experiencia en Radiología.....	93
Tabla 6. Conocimiento actualizado sobre los protocolos de validación para la resonancia magnética en la detección temprana del Alzheimer.	94
Tabla 7. Criterios técnicos y clínicos exigidos en el proceso de validación de estudios de resonancia magnética.	95
Tabla 8. Validación de los procedimientos de resonancia magnética.	96
Tabla 9. Estudios de neuroimagen dirigidos a la evaluación de deterioro cognitivo temprano.	97
Tabla 10. Dominio de las secuencias cerebrales específicas para detectar cambios estructurales iniciales en Alzheimer.	98
Tabla 11. Calidad de las imágenes obtenidas para sustentar diagnósticos precoces con fiabilidad.	99
Tabla 12. Principales beneficios clínicos al identificar de forma temprana signos de Alzheimer.	100
Tabla 13. Relevancia a estudios preventivos de resonancia magnética en pacientes con riesgo de deterioro cognitivo.	101
Tabla 14. Experiencia en identificación de atrofia inicial u otros biomarcadores estructurales en estudios de neuroimagen.	102

Tabla 15. Criterios radiológicos que describen las etapas iniciales de la enfermedad de Alzheimer.....	103
Tabla 16. Formación sobre los avances en neuroimagen relacionados con la detección temprana de Alzheimer.....	104
Tabla 17. La resonancia magnética como valor decisivo en el diagnóstico precoz de Alzheimer.	105
Tabla 18. Identificación de los biomarcadores del Alzheimer en secuencias de RM ya realizadas.	108
Tabla 19. Correlación entre los cambios en imágenes y el riesgo clínico de desarrollo de Alzheimer.....	112
Tabla 20. Sensibilidad y especificidad de la RM frente a otros métodos de diagnóstico..	115

Índice de Figura

	Página
Figura 1. Infraestructura de Alta Tecnología en Diagnóstico por Imagen: Sala de Resonancia Magnética de Alto Campo en Clínica Open Side, Panamá.....	67
Figura 2. Plataforma Tecnológica para Neuroimagen Avanzada: Equipos de Resonancia Magnética de Alto Campo (3T) y Estación PACS	69
Figura 3. Aumento de la demencia en Latinoamérica para 2050	71
Figura 4. Factores de Riesgo y Disparidades Geográficas en el Diagnóstico de Alzheimer en Panamá.	73
Figura 5. Sexo del personal de radiología.	90
Figura 6. Edad del personal de radiología.	91
Figura 7. Nivel académico del personal de radiología.	92
Figura 8. Años de Experiencia en Radiología.	93
Figura 9. Conocimiento actualizado sobre los protocolos de validación para la resonancia magnética en la detección temprana del Alzheimer.	94
Figura 10. Criterios técnicos y clínicos exigidos en el proceso de validación de estudios de resonancia magnética.	95
Figura 11. Validación de los procedimientos de resonancia magnética.	96
Figura 12. Estudios de neuroimagen dirigidos a la evaluación de deterioro cognitivo temprano.	97
Figura 13. Dominio de las secuencias cerebrales específicas para detectar cambios estructurales iniciales en Alzheimer.	98
Figura 14. Calidad de las imágenes obtenidas para sustentar diagnósticos precoces con fiabilidad.	99

Figura 15. Principales beneficios clínicos al identificar de forma temprana signos de Alzheimer.	100
Figura 16. Relevancia a estudios preventivos de resonancia magnética en pacientes con riesgo de deterioro cognitivo.	101
Figura 17. Experiencia en identificación de atrofia inicial u otros biomarcadores estructurales en estudios de neuroimagen.	102
Figura 18. Criterios radiológicos que describen las etapas iniciales de la enfermedad de Alzheimer.	103
Figura 19. Formación sobre los avances en neuroimagen relacionados con la detección temprana de Alzheimer.	104
Figura 20. La resonancia magnética como valor decisivo en el diagnóstico precoz de Alzheimer.	105
Figura 21. Identificación de los biomarcadores del Alzheimer en secuencias de RM ya realizadas.	109
Figura 22. Correlación entre los cambios en imágenes y el riesgo clínico de desarrollo de Alzheimer.	113
Figura 23. Sensibilidad y especificidad de la RM frente a otros métodos de diagnóstico.	115

Introducción

La enfermedad de Alzheimer representa uno de los desafíos más profundos en la salud contemporánea, no solo por su impacto progresivo en la memoria y la autonomía de quienes la padecen, sino por el peso emocional que carga sobre familias y comunidades enteras. Como profesional en Radiología e Imágenes Diagnósticas en Panamá, se ha presenciado cómo esta patología, que afecta a millones globalmente, se manifiesta de manera sutil en sus etapas iniciales, haciendo que el diagnóstico oportuno sea una carrera contra el tiempo.

En un país como Panamá, en donde el envejecimiento poblacional avanza rápidamente, la detección temprana no es un lujo técnico, sino una necesidad ética y social que podría transformar trayectorias vitales. Este estudio surge de una reflexión personal sobre cómo la tecnología, específicamente la resonancia magnética (RM), puede convertirse en un aliado humano en esta lucha, permitiendo identificar cambios cerebrales antes de que el deterioro sea irreversible y ofreciendo esperanza a pacientes que, de otro modo, enfrentarían un futuro incierto sin intervenciones preventivas.

La resonancia magnética emerge como una ventana no invasiva al cerebro humano, revelando alteraciones estructurales como la atrofia del hipocampo o la ampliación ventricular que señalan el inicio del Alzheimer. En experiencia profesional, se ha observado cómo esta herramienta, con su capacidad para generar imágenes de alta resolución sin radiación ionizante, humaniza el proceso diagnóstico al minimizar riesgos para el paciente y permitir una evaluación detallada que va más allá de síntomas superficiales.

Sin embargo, su verdadero potencial radica en la validación rigurosa, no basta con capturar imágenes, sino con estandarizar protocolos que garanticen precisión y reproducibilidad. En contextos como la Clínica Open Side, donde la tecnología está disponible pero no siempre optimizada, esta validación se convierte en un puente entre el

avance científico y la atención cotidiana, asegurando que cada escaneo no sea solo una rutina técnica, sino un paso hacia una medicina más compasiva y predictiva.

En Panamá, el panorama de la neuroimagen para el Alzheimer refleja contrastes profundos entre el potencial tecnológico y las barreras prácticas, como la limitada capacitación especializada y la fragmentación entre sectores público y privado. En ese sentido, la organización es la siguiente:

Capítulo I: En esta sección inicial, se exploran los elementos esenciales vinculados al problema que busca examinarse en profundidad.

Capítulo II: Este apartado se enfoca en exponer el respaldo conceptual que respalda el estudio. En él, se ahonda en las ideas y principios clave asociados al objeto de análisis, resaltando el método seleccionado, que facilita examinar la cuestión desde un ángulo analítico y empático, promoviendo una contextualización más sólida de los descubrimientos.

Capítulo III: Esta parte abarca los componentes centrales que integran la estructura metodológica del trabajo. Se detallan minuciosamente los pasos, herramientas y métodos empleados para reunir y procesar la información, asegurando la integridad y consistencia del enfoque de indagación.

Capítulo IV: Este segmento, denominado exposición e interpretación de hallazgos, se orienta a mostrar los descubrimientos derivados de los recursos utilizados. Se lleva a cabo un examen exhaustivo de los datos, subrayando sus consecuencias aplicadas y conceptuales, junto con su importancia para el progreso del saber en el campo correspondiente.

Por último, la indagación culmina con las inferencias y sugerencias, fundamentadas en la revisión de los datos recolectados. Asimismo, se añade un apartado de referencias que enumera las citas y materiales revisados, demostrando el sustento intelectual y el alcance exploratorio de la labor efectuada.

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1. El Problema de Investigación

1.1. Descripción del Problema de Investigación

El proceso de validación de la resonancia magnética como método para la detección temprana de la enfermedad de Alzheimer ha cobrado una relevancia creciente en la investigación médica y radiológica a nivel mundial. A pesar de que en las últimas dos décadas se ha intensificado el desarrollo de técnicas de neuroimagen que permiten visualizar cambios estructurales sutiles en el cerebro, persiste una brecha significativa entre la disponibilidad de estos avances y su estandarización como procedimientos clínicos de rutina (Jack et al., 2019).

La validación rigurosa implica no solo comprobar la eficacia técnica de las secuencias de imagen y de los algoritmos de procesamiento, sino también demostrar que estos hallazgos se correlacionan de manera confiable con marcadores biológicos y manifestaciones clínicas tempranas de deterioro cognitivo (Vemuri y Knopman, 2021).

Muchos sistemas sanitarios, incluso en países con alta inversión en tecnología, enfrentan desafíos relacionados con la capacitación del recurso humano, la variabilidad interpretativa entre radiólogos y neurólogos, y los criterios de inclusión de pacientes en estudios de validación (McKee et al., 2019).

A medida que se consolidan criterios internacionales sobre biomarcadores de Alzheimer, como la atrofia del hipocampo y la ampliación ventricular observable en resonancia magnética de alta resolución, la comunidad científica advierte que el proceso de validación no es meramente técnico, sino que supone un compromiso ético con la precisión diagnóstica (DeCarli, 2020).

La evidencia acumulada sugiere que iniciar protocolos de validación adaptados a la realidad de cada contexto geográfico podría reducir la demora en el diagnóstico, pero también expone dilemas sobre el costo-beneficio de implementar estas prácticas de manera masiva

(Groot et al., 2019). Al mismo tiempo, la globalización del conocimiento en neuroimagen ha propiciado que numerosos centros clínicos adopten protocolos de investigación que, sin un proceso validado en poblaciones diversas, pueden derivar en sesgos diagnósticos que afecten la calidad de la atención.

En regiones de Europa, Norteamérica y Asia, la resonancia magnética estructural se ha convertido en un pilar para la identificación precoz de la enfermedad de Alzheimer, complementando estudios de PET y análisis de líquido cefalorraquídeo. Sin embargo, se reconoce que la validación multicéntrica aún requiere ajustes finos que garanticen reproducibilidad, sensibilidad y especificidad aceptables (Lu et al., 2019).

En este sentido, la investigación continúa generando nuevas aproximaciones, como la inteligencia artificial aplicada a la segmentación volumétrica cerebral, que exige paralelamente una validación robusta antes de incorporarse en la práctica radiológica convencional (Frisoni et al., 2019). Esta dinámica plantea un escenario global en el que la validación de la resonancia magnética se percibe como un proceso en evolución constante, tensionado por los avances tecnológicos y la expectativa de ofrecer un diagnóstico temprano que modifique la trayectoria natural de la enfermedad.

En el ámbito latinoamericano, la situación revela contrastes significativos frente a los contextos de mayor desarrollo tecnológico. Si bien algunos países de la región cuentan con centros especializados en neuroimagen que utilizan resonancia magnética de alto campo, la realidad mayoritaria refleja limitaciones de infraestructura y un acceso restringido a este recurso diagnóstico.

En muchos entornos hospitalarios, la resonancia magnética se reserva para casos avanzados o cuando existe incertidumbre diagnóstica, lo que retrasa el inicio de intervenciones oportunas. Este rezago obedece no solo a factores económicos, sino también

a la carencia de lineamientos regionales que orienten el proceso de validación con criterios epidemiológicos propios de las poblaciones latinoamericanas, las cuales presentan particularidades genéticas y ambientales que pueden influir en la progresión de la enfermedad.

En países como Brasil, México, Argentina y Colombia, se han emprendido esfuerzos de investigación para documentar patrones de atrofia cortical temprana mediante resonancia magnética, aunque con frecuencia estos estudios se encuentran limitados por el tamaño reducido de las muestras y la dificultad de consolidar bases de datos que respalden la validez externa de los hallazgos (Groot et al., 2019).

Este panorama contribuye a que la resonancia magnética no se consolide aún como un estándar uniforme de detección temprana, a pesar de su reconocida utilidad. De manera paralela, la formación de radiólogos especializados en neuroimagen sigue siendo un desafío en varios países de la región, lo que subraya la necesidad de programas de capacitación que fortalezcan la competencia técnica y la interpretación crítica de los hallazgos.

La experiencia latinoamericana evidencia que, aunque se han superado barreras tecnológicas en determinados centros de referencia, la ausencia de procesos de validación robustos genera incertidumbre diagnóstica y limita la posibilidad de comparar resultados con otras latitudes.

Este déficit incide directamente en la práctica clínica y en la planificación de políticas públicas que aspiran a mejorar la calidad de vida de las personas en riesgo de desarrollar Alzheimer. Por ende, impulsar investigaciones que documenten la aplicabilidad de protocolos de validación en la región es un imperativo ético y científico que trasciende los intereses individuales y compromete a toda la comunidad sanitaria (Vemuri y Knopman, 2021).

Reconocer el valor de validar, de manera sistemática, la resonancia magnética para la detección temprana de Alzheimer implica comprender que este proceso no solo aporta evidencia sobre la eficacia diagnóstica, sino que también fortalece la confianza de los profesionales y de la sociedad en el uso racional de tecnologías de alto costo.

La validación rigurosa favorece la creación de protocolos estandarizados que permiten disminuir la variabilidad interpretativa entre especialistas, optimizar recursos institucionales y priorizar a pacientes con mayor riesgo, lo cual es particularmente relevante en sistemas de salud con recursos limitados.

Además, el proceso de validación contribuye a afianzar la pertinencia cultural y epidemiológica de los hallazgos, ya que cada población puede manifestar patrones de neurodegeneración distintos, condicionados por factores como la escolaridad, el acceso a servicios de salud y las características demográficas.

Al validar la resonancia magnética en entornos específicos, se consolida un cuerpo de conocimiento aplicable que potencia la investigación clínica, la formación de profesionales y el diseño de programas de prevención y tratamiento personalizados. Esta dimensión estratégica confiere al proceso de validación un papel esencial en la transición de una medicina reactiva hacia una medicina predictiva y de precisión (Lu et al., 2019).

Partiendo de esta premisa, es importante subrayar que la validación no es un acto aislado ni un procedimiento meramente técnico; es un proceso continuo que demanda un compromiso interdisciplinario y una reflexión constante sobre los límites éticos, económicos y clínicos de su implementación.

En este sentido, promover investigaciones que valoren críticamente la utilidad de la resonancia magnética en la detección temprana de Alzheimer constituye un paso decisivo para disminuir la carga individual, familiar y social de esta enfermedad que, de forma

progresiva, se ha convertido en uno de los mayores desafíos de salud pública contemporáneos.

Ahora bien, el presente estudio el cual está orientado a “estudiar el proceso de validación de Resonancia Magnética para la detección temprana de Alzheimer en la Clínica Open Side, julio - septiembre 2025”; es enfatizado debido a que actualmente, en Panamá, evidencia una notoria disparidad entre los recursos tecnológicos disponibles y su aplicación sistemática en la práctica clínica diaria.

Aunque en varias instituciones privadas, como la Clínica Open Side, existen equipos de resonancia magnética con capacidad técnica avanzada, todavía no se ha consolidado un protocolo validado que garantice la interpretación uniforme de los hallazgos estructurales cerebrales asociados al deterioro cognitivo inicial.

Este vacío metodológico genera incertidumbre tanto en los profesionales de la salud como en los pacientes y sus familias, quienes se enfrentan a diagnósticos que, en muchos casos, carecen de sustentación objetiva y reproducible. En los hospitales públicos, por su parte, la utilización de la resonancia magnética tiende a reservarse para estadios más avanzados o para descartar otras patologías neurológicas, relegando la detección temprana del Alzheimer a un segundo plano por falta de lineamientos y de capacitación específica del personal.

La ausencia de programas estructurados de validación no solo limita la capacidad de respuesta del sistema sanitario, sino que también reduce las posibilidades de diseñar estrategias preventivas que moderen el impacto social y económico de la enfermedad. Esta situación se hace más compleja si se considera que el envejecimiento poblacional en Panamá incrementa la prevalencia de trastornos neurodegenerativos, lo que acentúa la necesidad de

contar con metodologías confiables que permitan identificar los cambios cerebrales de manera precoz.

La falta de articulación entre los sectores público y privado ha impedido generar consensos que definan estándares de calidad en la adquisición, procesamiento e interpretación de las imágenes, provocando que cada institución maneje criterios propios, con diferentes niveles de rigurosidad científica. Esta fragmentación se traduce, en última instancia, en una oportunidad perdida de uniformar los procesos diagnósticos y optimizar los recursos disponibles.

Entre las causas que originan esta problemática, se advierte una limitada conciencia institucional sobre la relevancia de validar procedimientos que, aunque tecnológicamente factibles, requieren de un acompañamiento metodológico que garantice su eficacia diagnóstica.

Muchos centros de salud priorizan la adquisición de equipos de alta gama como un logro tecnológico, pero descuidan el diseño de protocolos que permitan evaluar la precisión y la utilidad clínica real de estos estudios en etapas tempranas del Alzheimer. Esta falta de planificación estratégica genera que la resonancia magnética se emplee sin la estandarización necesaria, reduciendo su potencial como herramienta de medicina predictiva.

Otra causa determinante radica en la escasa formación especializada del recurso humano encargado de realizar y analizar los estudios de neuroimagen. Si bien los radiólogos en Panamá poseen una sólida formación general, no todos han tenido acceso a programas de actualización continua que integren la interpretación detallada de biomarcadores estructurales vinculados al Alzheimer, como la atrofia progresiva del hipocampo o el engrosamiento cortical difuso.

Esta carencia formativa se refleja en la variabilidad de los informes, que muchas veces se limitan a describir hallazgos inespecíficos sin relacionarlos con el contexto clínico ni con criterios de validación internacionalmente aceptados. El desfase entre la capacidad técnica de los equipos y la experticia profesional contribuye, por tanto, a perpetuar un modelo de uso subóptimo de la resonancia magnética.

Adicionalmente, la falta de políticas públicas que fomenten la investigación aplicada en neuroimagen representa un obstáculo significativo. Hasta el momento, los esfuerzos por integrar la validación de estos estudios a nivel institucional no han recibido el respaldo sistemático de los entes reguladores ni de las autoridades sanitarias, que podrían promover proyectos multicéntricos orientados a documentar la efectividad de la resonancia magnética en poblaciones locales.

Esta ausencia de incentivos restringe la generación de evidencia científica contextualizada, dificultando que la resonancia magnética sea reconocida como una herramienta indispensable en la ruta diagnóstica del deterioro cognitivo temprano.

Las consecuencias derivadas de esta problemática repercuten de manera directa en la calidad de vida de los pacientes y en el desarrollo de estrategias de intervención oportuna. Cuando no se validan los procesos diagnósticos con criterios homogéneos, se incrementa la probabilidad de diagnósticos erróneos o de incertidumbre clínica prolongada, que a su vez retarda el inicio de tratamientos farmacológicos y no farmacológicos dirigidos a enlentecer la progresión de la enfermedad.

Esta demora en la intervención tiene efectos acumulativos en el deterioro funcional y en la sobrecarga emocional de los cuidadores, quienes enfrentan mayores niveles de ansiedad e incertidumbre ante la falta de claridad diagnóstica.

Asimismo, la ausencia de validación limita la capacidad de los sistemas de salud para planificar recursos y establecer prioridades en la atención de personas con deterioro cognitivo. Sin datos consistentes que respalden el uso de la resonancia magnética como herramienta predictiva, las instituciones pierden la oportunidad de consolidar programas de prevención basados en evidencia, lo que resulta en un uso menos eficiente del presupuesto asignado a salud pública.

Este escenario genera inequidad en el acceso a diagnósticos precisos, pues quienes cuentan con los medios económicos pueden acceder a centros privados con criterios más actualizados, mientras que la población con menos recursos permanece rezagada.

Por último, la falta de un proceso de validación estructurado debilita la confianza de los profesionales en la utilidad de la resonancia magnética como instrumento clave en la detección temprana del Alzheimer. Esta percepción de incertidumbre tiende a perpetuar el enfoque reactivo centrado en estadios clínicos avanzados, donde la capacidad de modificar el curso de la enfermedad es limitada.

En consecuencia, se desperdicia el potencial de la tecnología para transformar la atención del Alzheimer en Panamá, perpetuando un modelo de atención que responde de manera tardía a una problemática que exige, cada vez con mayor urgencia, estrategias de diagnóstico precoz y tratamiento integral.

1.1.1. Planteamiento del Problema o Pregunta de Investigación.

Partiendo de la ponencia de la problemática, la interrogante de la investigación se enfatiza en:

- ¿Cómo influye el proceso de validación de Resonancia Magnética (RM) en la precisión y confiabilidad de la detección temprana de Alzheimer en pacientes atendidos en la Clínica Open Side?

1.2. Justificación

La presente investigación se justifica, principalmente, por la necesidad de contar con un proceso de validación claro y sistemático que respalde el uso de la resonancia magnética como herramienta diagnóstica en etapas tempranas de la enfermedad de Alzheimer en la Clínica Open Side. A pesar de que el equipo tecnológico disponible en esta institución tiene el potencial de identificar cambios estructurales cerebrales con alta resolución, la falta de un protocolo validado genera incertidumbre sobre la precisión y la fiabilidad de los hallazgos.

Este estudio permitirá llenar ese vacío metodológico al documentar la capacidad real de la resonancia magnética para detectar, de manera temprana, signos de neurodegeneración, contribuyendo a elevar el rigor científico de los procedimientos diagnósticos que se realizan en el país y, en particular, en entornos clínicos privados donde las expectativas de los pacientes y familiares son especialmente altas.

Asimismo, la justificación se fortalece al considerar que, en Panamá, la práctica radiológica orientada a la neurología sigue enfrentando desafíos que comprometen la oportunidad diagnóstica y la estandarización de los criterios interpretativos. El desarrollo de este estudio ofrece la oportunidad de producir datos locales que evidencien qué factores clínicos, técnicos y operativos condicionan la confiabilidad de la resonancia magnética en la detección precoz del Alzheimer, lo que resulta indispensable para tomar decisiones basadas en evidencia.

A su vez, la investigación responde a una necesidad creciente de los profesionales de la salud de contar con protocolos consensuados que disminuyan la variabilidad diagnóstica y fortalezcan la credibilidad de los hallazgos frente a los pacientes y la comunidad científica.

Por su parte, este trabajo se justifica porque se orienta a sentar un precedente académico y clínico que pueda ser replicado en otras instituciones del país y de la región. Al sistematizar

un proceso de validación adaptado a las características operativas y demográficas de la Clínica Open Side, se genera un referente que podrá ser comparado con estudios internacionales y contribuir al avance de la medicina de precisión en entornos de recursos limitados.

Este enfoque de validación no solo responde al compromiso ético de ofrecer diagnósticos de calidad, sino que también visibiliza la capacidad de los profesionales de radiología panameños para liderar investigaciones que trasciendan lo puramente técnico y promuevan una atención más humanizada.

La importancia de este estudio radica en que permitirá reducir la brecha existente entre el potencial tecnológico de la resonancia magnética y su aplicación práctica como herramienta predictiva de la enfermedad de Alzheimer. Validar de manera rigurosa la efectividad de las imágenes cerebrales en la identificación de biomarcadores tempranos es esencial para mejorar los tiempos de diagnóstico, lo cual se traduce en oportunidades reales de intervención temprana.

La posibilidad de actuar antes de que el daño cognitivo sea irreversible representa un beneficio clínico incuestionable para los pacientes, pero también un impacto positivo para las familias que deben asumir el acompañamiento y cuidado a largo plazo.

Otro aspecto que refuerza la importancia del estudio es que contribuye a visibilizar las fortalezas y debilidades que presentan los procesos radiológicos en Panamá. Al analizar de manera sistemática los factores que inciden en la calidad diagnóstica de la resonancia magnética, se obtiene un panorama objetivo que permite implementar mejoras continuas en la formación profesional, el diseño de protocolos y la utilización racional de los equipos.

Este conocimiento se convierte en un insumo valioso tanto para las autoridades sanitarias como para las instituciones privadas interesadas en optimizar sus servicios y posicionarse como referentes en el diagnóstico neurodegenerativo.

Por último, la investigación es importante porque fomenta un cambio de paradigma en la cultura radiológica nacional, al promover el uso de la resonancia magnética no solo como un recurso de confirmación en estadios avanzados, sino como un pilar diagnóstico en las fases más iniciales de la enfermedad.

Esta perspectiva innovadora contribuirá a que la Clínica Open Side y otras instituciones se alineen con las tendencias internacionales de medicina preventiva y atención personalizada, fortaleciendo la confianza de la comunidad en la utilidad real de estas tecnologías de alta complejidad.

En términos de aportes socioeducativos e institucionales, este estudio permitirá que los profesionales de radiología e imágenes diagnósticas cuenten con un modelo de validación que pueda ser utilizado como guía de referencia en la formación académica y en la práctica diaria.

La sistematización del proceso brindará insumos metodológicos que enriquecerán la enseñanza universitaria y la capacitación continua, fortaleciendo la capacidad de los futuros radiólogos para identificar signos precoces de Alzheimer con criterios estandarizados y fundamentados en evidencia local. Este aporte educativo contribuirá a cerrar las brechas de conocimiento que, en ocasiones, limitan la calidad de los informes radiológicos en patologías neurológicas complejas.

Asimismo, el proyecto tendrá un impacto institucional al promover un enfoque de calidad en la Clínica Open Side, posicionándola como pionera en la validación de tecnologías de imagen en Panamá. Este valor agregado fortalecerá la reputación de la clínica como un

centro comprometido con la excelencia y la innovación diagnóstica, generando confianza en la población usuaria y en la comunidad médica. La disponibilidad de un protocolo validado también permitirá que los profesionales de la institución ejerzan su labor con mayor seguridad y respaldo científico, mejorando la coherencia y la precisión de los diagnósticos en la práctica cotidiana.

De manera complementaria, el estudio aportará beneficios sociales al sensibilizar a la población sobre la importancia del diagnóstico temprano del Alzheimer y la utilidad de la resonancia magnética en este proceso. Al difundir los resultados y conclusiones de la investigación, se fortalecerá la cultura preventiva en salud, incentivando a las familias a buscar atención oportuna ante los primeros signos de deterioro cognitivo.

Este cambio de actitud social puede traducirse en una detección más temprana de la enfermedad, un acceso más equitativo a los recursos disponibles y un acompañamiento integral que dignifique la calidad de vida de las personas afectadas.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivos Generales

Estudiar el proceso de validación de Resonancia Magnética para la detección temprana de Alzheimer en la Clínica Open Side, julio - septiembre 2025.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar el estado actual de utilización e interpretación de la resonancia magnética como herramienta diagnóstica en la detección temprana del Alzheimer.
- Analizar los principales factores clínicos, técnicos y de interpretación radiológica que inciden en la identificación precoz de biomarcadores estructurales de Alzheimer mediante resonancia magnética

- Mencionar las implicaciones clínicas y diagnósticas derivadas de una detección temprana o tardía de los hallazgos por resonancia magnética en pacientes con riesgo de progresión hacia la enfermedad de Alzheimer.
- Validar la resonancia magnética identificando biomarcadores, correlación clínica y precisión diagnóstica frente a métodos tradicionales en Alzheimer.

1.4. Delimitación de la Línea y Sub - Línea de Investigación

La presente investigación se encuentra delimitada en el campo de la radiología e imagenología, con énfasis particular en la sub-línea de neuroimágenes, dado que centra su atención en el estudio sistemático de la resonancia magnética como herramienta diagnóstica para la detección temprana de la enfermedad de Alzheimer. Esta delimitación se establece a partir de la necesidad de identificar, de manera rigurosa, el estado actual de utilización e interpretación de la resonancia magnética en la Clínica Open Side, considerando tanto los protocolos aplicados como la experiencia acumulada por los profesionales que intervienen en la adquisición y el análisis de las imágenes cerebrales.

El trabajo se circunscribe al periodo comprendido entre julio y septiembre de 2025, con un enfoque cuantitativo que permitirá recopilar datos objetivos sobre la frecuencia de uso, la estandarización de los criterios interpretativos y la pertinencia clínica de los informes emitidos. Esta precisión temporal y contextual asegura que los hallazgos se mantengan estrechamente vinculados a la práctica profesional vigente, sin extrapolar conclusiones más allá de las condiciones reales que caracterizan a la institución y su equipo de trabajo.

De manera complementaria, la investigación delimita su propósito en el análisis de los principales factores clínicos, técnicos y de interpretación radiológica que inciden directamente en la identificación precoz de biomarcadores estructurales de Alzheimer, tales

como la atrofia progresiva del hipocampo y la alteración de la corteza entorrinal, visibles a través de secuencias específicas de resonancia magnética de alta resolución.

A partir de esta caracterización, el estudio contempla también la identificación de las implicaciones clínicas y diagnósticas derivadas de una detección temprana o tardía de estos hallazgos en pacientes con riesgo de progresión hacia la enfermedad, reconociendo que estos desenlaces tienen repercusiones directas en el pronóstico, el acceso a tratamientos y la planificación del acompañamiento familiar.

La delimitación temática excluye la comparación con otras técnicas de neuroimagen como el PET o la tomografía computarizada, concentrándose exclusivamente en el proceso de validación interna de la resonancia magnética dentro del contexto operativo y clínico de la Clínica Open Side. Este enfoque permite asegurar la coherencia metodológica de la investigación, fortalecer su aplicabilidad local y consolidar un referente académico que contribuya al desarrollo disciplinar de la radiología en Panamá. Partiendo de esta premisa se delimita la línea y sub - línea de investigación:

- Línea de Investigación e Innovación: Radiología e imagenología.
- Sub – línea de Investigación e Innovación: Neuroimágenes.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Histórico

Según Sabino (2017), este apartado de la investigación es fundamental para que el investigador logre estructurar y comprender las diversas teorías y propuestas que otros especialistas han formulado con anterioridad acerca del proceso de validación de la resonancia magnética como método de diagnóstico temprano del Alzheimer. En términos generales, el marco histórico facilita un compendio de antecedentes que agrupa los diferentes enfoques conceptuales y técnicos vinculados a esta temática específica.

Antecedentes Históricos

Comprender la relevancia histórica de la resonancia magnética en la detección temprana de la enfermedad de Alzheimer representa un paso esencial para fundamentar, de manera rigurosa, esta investigación y valorar con criterio crítico los avances que han delineado su aplicación clínica en diferentes contextos.

Los antecedentes que se explorarán en el marco histórico no solo permitirán reconocer el recorrido científico que ha convertido a la neuroimagen en un pilar del diagnóstico precoz, sino que también servirán de sostén argumentativo para demostrar por qué es imperativo validar sus procesos en escenarios locales como la Clínica Open Side.

A través de un análisis detenido de las principales investigaciones, descubrimientos y desarrollos tecnológicos que han marcado el devenir de la resonancia magnética, se podrá dimensionar con mayor claridad cómo la disciplina ha evolucionado desde sus primeras aplicaciones experimentales hasta constituirse en una herramienta diagnóstica con enorme potencial predictivo.

Esta mirada retrospectiva no pretende limitarse a la mera descripción cronológica de hechos, sino que aspira a develar la interacción entre la innovación tecnológica, las

transformaciones de la práctica radiológica y las demandas éticas de una medicina que, cada vez con mayor énfasis, exige intervenciones tempranas, precisas y humanizada

Amelica (2023), en su artículo titulado “Sistema de Diagnóstico del Alzheimer basado en Imágenes de Resonancia Magnética con algoritmo VGG16”; al respecto, la investigación tiene como propósito principal desarrollar un sistema automatizado que permita la detección temprana de la enfermedad de Alzheimer mediante el análisis de imágenes de resonancia magnética (RM) utilizando un algoritmo de inteligencia artificial basado en la arquitectura VGG16.

En cuanto a la metodología, la investigación se enmarca dentro de un estudio cuantitativo, con un diseño experimental y descriptivo. La población objeto de estudio consistió en imágenes de resonancia magnética estructural obtenidas de bases de datos públicas y privadas, que incluyen tanto pacientes diagnosticados con Alzheimer como sujetos sanos de control.

La muestra fue seleccionada mediante criterios específicos para garantizar la representatividad y calidad de las imágenes. Como instrumento principal se utilizó el algoritmo de aprendizaje profundo VGG16, que fue entrenado y validado para clasificar las imágenes en categorías que reflejan la presencia o ausencia de Alzheimer. Los resultados evidenciaron una precisión superior al 82% en la detección temprana de la enfermedad, demostrando la eficacia del modelo propuesto y su potencial aplicabilidad clínica.

Las conclusiones del autor destacan que la integración de técnicas de inteligencia artificial con resonancia magnética estructural representa una herramienta poderosa para el diagnóstico precoz del Alzheimer. El estudio confirma que el uso del algoritmo VGG16 no solo mejora la precisión diagnóstica, sino que también puede reducir el tiempo y los costos asociados a los métodos tradicionales.

Además, se subraya la importancia de continuar desarrollando y validando modelos similares para su implementación en entornos clínicos, especialmente en países con recursos limitados, donde la detección temprana puede marcar una diferencia significativa en el manejo de la enfermedad.

Este antecedente es altamente relevante para el presente estudio, ya que proporciona una base tecnológica y metodológica sólida para la validación de la resonancia magnética como herramienta diagnóstica en la detección temprana de Alzheimer. En particular, la experiencia con algoritmos de inteligencia artificial aplicada a imágenes médicas refuerza la necesidad de implementar procesos rigurosos de validación en contextos clínicos específicos, como la Clínica Open Side en Panamá.

Además, los resultados obtenidos en este estudio internacional sirven como referencia para comparar y adaptar metodologías, garantizando que la resonancia magnética validada localmente pueda integrarse eficazmente en protocolos de diagnóstico precoz en la población panameña.

Sánchez (2023), en su artículo titulado “Detección de la enfermedad de Alzheimer mediante resonancia magnética para asistir en el proceso de diagnóstico”; al respecto, la investigación se enfoca en desarrollar y evaluar métodos automatizados para la identificación temprana de Alzheimer a partir del análisis de imágenes de resonancia magnética (RM). El propósito central de esta tesis es aportar una herramienta cuantitativa basada en técnicas de aprendizaje profundo que permita mejorar la precisión diagnóstica en etapas iniciales de la enfermedad, facilitando así la intervención clínica oportuna y el seguimiento adecuado de los pacientes.

En cuanto a la metodología, la investigación se caracteriza por ser cuantitativa, con un diseño experimental y descriptivo, orientado a la validación de modelos computacionales

para el análisis de imágenes médicas. La población de estudio estuvo constituida por imágenes de resonancia magnética estructural obtenidas del conjunto de datos ADNI (Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative), que incluye tanto pacientes diagnosticados con Alzheimer como controles sanos.

La muestra fue seleccionada mediante criterios estrictos para asegurar la calidad y representatividad de las imágenes. El instrumento principal fue un conjunto de redes neuronales convolucionales (CNN), incluyendo modelos como VGGNet, ResNet e Inception, que fueron entrenados para reconocer patrones específicos asociados a la enfermedad.

El proceso incluyó fases de preprocesamiento, entrenamiento, validación y prueba, con análisis estadísticos para evaluar la precisión, sensibilidad y especificidad del sistema. Los resultados mostraron que el modelo basado en VGGNet alcanzó una precisión diagnóstica superior al 80%, evidenciando la viabilidad del uso de inteligencia artificial aplicada a RM para la detección temprana de Alzheimer.

Las conclusiones del autor resaltan que, la aplicación de técnicas de aprendizaje profundo en imágenes de resonancia magnética representa un avance significativo en el diagnóstico precoz de Alzheimer, superando limitaciones de los métodos tradicionales. Sánchez destaca que estos modelos permiten detectar cambios sutiles en la estructura cerebral que no son evidentes en evaluaciones visuales convencionales, lo que implica un impacto positivo en la identificación temprana y el manejo clínico.

Además, se enfatiza la necesidad de continuar perfeccionando estos sistemas y validándolos en diferentes poblaciones para garantizar su robustez y aplicabilidad clínica generalizada.

Este antecedente resulta fundamental para el presente estudio, ya que aporta un marco tecnológico y metodológico robusto para la validación de la resonancia magnética en la detección precoz de Alzheimer, que es el eje central de la tesis en la Clínica Open Side. La experiencia con redes neuronales y el análisis cuantitativo de imágenes médicas proporciona una base científica sólida para implementar y validar localmente estas técnicas, adaptándolas a la realidad clínica panameña y contribuyendo al avance en el diagnóstico temprano de esta enfermedad en el país.

Escobar (2022), en su artículo titulado “Deep Learning en el diagnóstico de Alzheimer mediante Imágenes de Resonancia Magnética”; al respecto, la investigación tiene como propósito principal explorar el uso de técnicas avanzadas de inteligencia artificial, específicamente el aprendizaje profundo, para mejorar la detección temprana de la enfermedad de Alzheimer a partir del análisis de imágenes de resonancia magnética (RM).

Esta investigación busca aportar un enfoque cuantitativo que permita identificar biomarcadores sutiles en las imágenes cerebrales, facilitando así un diagnóstico más preciso y oportuno que pueda ser aplicado en contextos clínicos para mejorar el manejo y seguimiento de pacientes.

En cuanto a la metodología, la investigación se enmarca dentro de un estudio cuantitativo, con un diseño experimental aplicado y descriptivo. La población de estudio estuvo constituida por imágenes de resonancia magnética estructural obtenidas de bases de datos reconocidas internacionalmente, como ADNI, que incluyen sujetos con diagnóstico confirmado de Alzheimer y controles sanos. La muestra fue seleccionada cuidadosamente para asegurar la representatividad y calidad de las imágenes.

Como instrumento principal se utilizó un modelo de aprendizaje profundo basado en redes neuronales convolucionales (CNN), que fue entrenado para detectar patrones

específicos asociados a la enfermedad. El proceso incluyó etapas rigurosas de preprocesamiento de imágenes, entrenamiento del modelo, validación cruzada y evaluación de desempeño mediante métricas como precisión, sensibilidad y especificidad. Los resultados demostraron que el modelo propuesto alcanzó una alta capacidad predictiva, superando métodos tradicionales, y evidenciaron la viabilidad del uso de inteligencia artificial para la detección precoz de Alzheimer mediante RM.

Las conclusiones de Escobar resaltan que la combinación de resonancia magnética con técnicas de aprendizaje profundo representa un avance significativo en el diagnóstico temprano del Alzheimer, permitiendo identificar alteraciones cerebrales que no son evidentes a simple vista.

El estudio enfatiza que esta tecnología puede mejorar la precisión diagnóstica, reducir tiempos y costos, y ofrecer una herramienta no invasiva para el seguimiento clínico. Además, el autor destaca la necesidad de continuar perfeccionando estos modelos y validándolos en diferentes poblaciones para garantizar su aplicabilidad y robustez, lo cual es fundamental para su integración en la práctica clínica habitual.

Este antecedente es de gran relevancia para el presente estudio, ya que aporta un marco metodológico y tecnológico sólido para la validación de la resonancia magnética en la detección temprana de Alzheimer, que es el eje central de la tesis que se desarrollará en la Clínica Open Side en Panamá.

La experiencia con modelos de aprendizaje profundo y el análisis cuantitativo de imágenes médicas proporciona una base científica que permite adaptar y validar estas técnicas en el contexto local, contribuyendo así a mejorar los protocolos diagnósticos y la atención a pacientes con sospecha de Alzheimer en el país.

2.2. Marco Legal

En el contexto de la presente investigación, la construcción del marco legal representa un componente esencial para garantizar que el desarrollo y la aplicación de la validación de la resonancia magnética en la detección temprana del Alzheimer se sustente no solo en criterios científicos, sino también en disposiciones jurídicas y sanitarias vigentes en la República de Panamá.

Este estudio, al involucrar procedimientos de diagnóstico por imágenes en el ámbito clínico, se enmarca dentro de un conjunto de normas que regulan la práctica profesional, la seguridad del paciente, la calidad técnica de los procedimientos y la responsabilidad de las instituciones de salud. La Constitución Política de Panamá establece los derechos fundamentales a la salud, a la protección de la vida y al acceso a tecnologías médicas seguras, conformando la base superior de toda la estructura normativa.

En complemento, el Decreto Ejecutivo N.º 770, que aprueba el Reglamento de Protección Radiológica, aporta principios y requisitos operativos que, aunque orientados principalmente a las radiaciones ionizantes, son aplicables por analogía a la estandarización, control y justificación de procedimientos en imágenes médicas. Asimismo, la Ley N.º 53 de 2009 regula de forma específica el ejercicio de la profesión de Tecnólogo en Radiología e Imágenes, asegurando la idoneidad del recurso humano que interviene en estos estudios y garantizando que los procedimientos diagnósticos se realicen con la competencia técnica necesaria.

Finalmente, la Resolución N.º 495 de 2024 establece medidas sanitarias para las instalaciones radiológicas del sector público y privado, reforzando la planificación, el control de calidad y la capacitación continua, lo que contribuye a la creación de un entorno seguro y regulado para el uso de tecnologías diagnósticas avanzadas. La integración de estas normas

no solo brinda respaldo jurídico a la investigación, sino que también asegura que sus resultados y aplicaciones clínicas se desarrollen en concordancia con los estándares nacionales e internacionales de seguridad, calidad y ética profesional.

En primer lugar, como marco jurídico supremo de la nación, se estatiza la Constitución Política de la República de Panamá garantiza derechos y establece obligaciones que sostienen la investigación científica y la protección de la salud de la población. En este sentido, su aplicación al estudio propuesto no es meramente formal, sino que se proyecta en la defensa de derechos fundamentales como la vida, la dignidad humana y el acceso a servicios de salud, así como en la obligación del Estado de fomentar la ciencia y la tecnología para el bienestar colectivo.

Dentro de este contexto, el Artículo 17 establece que las autoridades están instituidas para proteger la vida, honra y bienes de nacionales y extranjeros bajo jurisdicción panameña, asegurando la efectividad de derechos individuales y sociales. Este principio implica que el Estado, y por extensión las instituciones de salud, tienen el deber de implementar mecanismos diagnósticos y de detección temprana de enfermedades como el Alzheimer, dado que estas medidas contribuyen a preservar la calidad de vida y prevenir el deterioro progresivo de los pacientes.

En relación directa con la salud, el Artículo 109 reconoce el derecho de toda persona a la protección de la salud y la obligación del Estado de garantizar la atención médica mediante políticas que promuevan la prevención, el tratamiento y la rehabilitación. En el caso del presente estudio, la validación de la resonancia magnética para el diagnóstico temprano del Alzheimer se alinea con la función preventiva y de detección oportuna que la Constitución respalda, favoreciendo intervenciones médicas más eficaces y mejor pronóstico para los pacientes.

Por su parte, el Artículo 83 dispone que el Estado formulará la política científica nacional para promover el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Este mandato constitucional legitima y respalda la investigación médica y tecnológica como la que aquí se propone, incentivando la adopción de innovaciones diagnósticas en beneficio de la población. Además, este artículo vincula la práctica científica con objetivos de interés público, asegurando que los avances obtenidos se orienten a resolver problemáticas prioritarias de salud.

Estos tres artículos, analizados de manera conjunta, constituyen una base sólida para sustentar la pertinencia y necesidad de la investigación. El artículo 17 garantiza la protección integral de la persona, el artículo 109 exige la acción preventiva y curativa en salud, y el artículo 83 establece el compromiso del Estado con el avance científico y tecnológico. La resonancia magnética, como herramienta diagnóstica avanzada, se inserta en este marco como un recurso que materializa dichos mandatos, permitiendo abordar de forma temprana una enfermedad de alto impacto social y económico.

En resumen, la Constitución no solo avala, sino que impulsa investigaciones como la presente, al establecer un marco de protección de la salud, de fomento a la ciencia y de garantía de derechos que hacen imperativa la incorporación de tecnologías diagnósticas avanzadas. Este respaldo jurídico refuerza la relevancia del estudio para la sociedad panameña y orienta a que sus resultados puedan ser integrados en políticas públicas de salud.

En segundo lugar, se enmarca el Decreto Ejecutivo N.º 770 de 2007, que aprueba el Reglamento de Protección Radiológica en Panamá, establece las disposiciones técnicas y administrativas para el uso seguro de las radiaciones ionizantes, aunque sus principios también son aplicables, por analogía y buenas prácticas, a procedimientos que utilizan

equipos de diagnóstico médico como la resonancia magnética, especialmente en lo relativo a la protección del paciente, el control de la exposición y la calidad de las imágenes obtenidas.

Este marco legal contribuye a garantizar que el avance tecnológico y las técnicas de diagnóstico se desarrollen bajo estándares de seguridad, ética y efectividad clínica, asegurando que la investigación sobre Alzheimer en la Clínica Open Side se realice en un entorno de protección integral.

En este sentido, el Artículo 4 del Decreto resalta que toda práctica con radiaciones debe justificarse en función del beneficio que aporta al paciente y a la sociedad, considerando que la exposición médica solo es aceptable si contribuye al diagnóstico o tratamiento de enfermedades. Este principio se proyecta sobre la investigación propuesta, ya que la validación de la resonancia magnética para el diagnóstico temprano de Alzheimer persigue un fin claramente preventivo y de alto valor social: detectar una patología neurodegenerativa en etapas incipientes, permitiendo implementar estrategias de intervención antes de la pérdida significativa de la función cognitiva.

El Artículo 18 establece la obligación de asegurar la calidad técnica y operativa de los equipos de diagnóstico mediante programas de garantía de calidad. En el contexto del estudio, este mandato no solo busca optimizar la precisión de las imágenes, sino también minimizar cualquier riesgo potencial derivado de la operación del equipo, garantizando que los resultados obtenidos sean confiables y reproducibles. La implementación de estos programas fortalece la validez científica de la investigación y asegura que los hallazgos puedan ser aplicables en entornos clínicos reales.

Por su parte, el Artículo 31 dispone que todo procedimiento de diagnóstico por imágenes debe estar respaldado por protocolos documentados que especifiquen los parámetros técnicos, el proceso de adquisición de imágenes y las medidas de seguridad

aplicadas. Esta exigencia es directamente pertinente al presente trabajo, pues la validación de una técnica diagnóstica requiere estandarización, de modo que los resultados no dependan de variaciones operativas, sino de la efectividad real del método para identificar tempranamente la enfermedad de Alzheimer.

Analizados en conjunto, estos artículos no solo enmarcan legalmente la investigación, sino que orientan su desarrollo hacia la protección del paciente, la optimización técnica de los equipos y la existencia de procedimientos claros y reproducibles. Su articulación garantiza que el estudio cumpla con exigencias de justificación clínica, calidad y seguridad, lo que refuerza su legitimidad científica y legal.

Por otro lado, el Decreto Ejecutivo N.º 770 constituye un soporte fundamental para esta investigación, al proveer las bases normativas que aseguran que la resonancia magnética, como herramienta diagnóstica, se utilice bajo criterios de beneficio justificado, calidad técnica y protocolos estandarizados. Esto no solo respalda la validez de los resultados, sino que también promueve que la innovación diagnóstica se implemente de forma segura, ética y eficiente, alineada con las políticas de salud pública en Panamá.

En tercer lugar, se expone la Ley N.º 53 de 2009 constituye un pilar normativo esencial para el ejercicio profesional en radiología e imágenes médicas en Panamá, estableciendo los requisitos, derechos y responsabilidades de quienes laboran en esta área. Este marco legal no solo define las competencias y estándares que debe cumplir el tecnólogo, sino que también garantiza que las prácticas diagnósticas, como la resonancia magnética, se realicen con altos niveles de idoneidad y seguridad, aspectos cruciales en una investigación orientada a validar su uso para la detección temprana del Alzheimer.

En primer lugar, el Artículo 2 introduce el concepto de imágenes médicas como el conjunto de técnicas y procesos utilizados para crear imágenes del cuerpo humano con fines

clínicos, abarcando modalidades como la radiología en sentido amplio. Este enunciado incluye la resonancia magnética como una herramienta esencial para el diagnóstico de enfermedades neurodegenerativas. La mención explícita de este alcance normativo otorga legitimidad al estudio, reforzando que su desarrollo se encuentra alineado con el marco técnico y legal vigente para la práctica en imágenes diagnósticas.

El Artículo 6 establece que para ejercer la profesión se requiere título universitario en Radiología e Imágenes, certificado de idoneidad emitido por el Consejo Técnico de Salud, y certificaciones de salud física y mental. Este punto es fundamental para la investigación, ya que asegura que los profesionales que participen en la validación de la resonancia magnética cuenten con la formación académica y la acreditación oficial necesarias, garantizando así que los procedimientos sean aplicados de manera segura y precisa, minimizando errores en la interpretación de imágenes y optimizando la fiabilidad de los resultados.

Por su parte, el Artículo 12 reconoce que las modalidades o especialidades derivadas de avances tecnológicos, entre ellas la radiología forense, medicina nuclear y otras afines, deben estar respaldadas por la Licenciatura en Radiología e Imágenes y por el reconocimiento del Consejo Técnico de Salud. Aunque la resonancia magnética no involucra radiación ionizante, se encuentra dentro del espectro de las tecnologías diagnósticas cuya práctica requiere regulación y especialización. Este artículo, en consecuencia, avala que nuevas aplicaciones diagnósticas, como la detección precoz del Alzheimer, se desarrollen bajo un marco de actualización tecnológica y profesional continua.

En conjunto, estos tres artículos articulan un marco normativo que valida tanto la pertinencia científica como la legitimidad técnica del estudio, asegurando que su ejecución se realice bajo parámetros de idoneidad profesional, respaldo institucional y alineación con los avances tecnológicos en imágenes médicas. Esto no solo fortalece el rigor metodológico

de la investigación, sino que también garantiza que sus resultados puedan ser implementados de manera formal en la práctica clínica nacional.

En este sentido, la Ley N.º 53 de 2009 es más que una regulación administrativa; es un instrumento que asegura que las investigaciones en radiología e imágenes, como la validación de la resonancia magnética para el Alzheimer, se desarrollen con base en competencias certificadas, actualización tecnológica y respeto a los estándares de calidad y seguridad exigidos en Panamá.

Para finalizar, se expone la Resolución N.º 495 de 2024, emitida por el Ministerio de Salud, la cual establece un conjunto de medidas para garantizar la seguridad radiológica en instalaciones de salud públicas y privadas, reforzando los mecanismos de control, autorización y capacitación en el uso de fuentes de radiación ionizante.

Aunque la resonancia magnética no emplea radiaciones ionizantes, los principios de esta normativa orientados a la protección del paciente, el personal y el entorno son plenamente aplicables a las buenas prácticas en el manejo de equipos de diagnóstico por imágenes, asegurando la calidad, seguridad y legalidad de su uso.

En el marco de la investigación sobre la validación de la resonancia magnética para la detección temprana del Alzheimer, esta resolución sirve como referencia de políticas de seguridad sanitaria que respaldan la estandarización y control de procedimientos diagnósticos.

En primer término, el Artículo Tercero establece la obligación de presentar un plan de acción ante la Dirección General de Salud Pública para la obtención de la autorización de uso de fuentes de radiación. Este plan debe incluir un diagnóstico de la situación de la instalación, las actividades programadas, plazos y requisitos.

Aunque el Alzheimer no se diagnostica mediante radiación ionizante, la exigencia de documentar procedimientos y planificar acciones es un principio transferible a cualquier instalación de diagnóstico por imágenes, incluida la resonancia magnética, para garantizar procesos seguros, auditables y con trazabilidad técnica.

El Artículo Cuarto complementa lo anterior al exigir que dicho plan incorpore un cronograma específico para cumplir con los elementos del programa de protección radiológica definidos por la autoridad sanitaria. Este enfoque de calendarizar y cumplir metas es relevante para la investigación, pues la validación de una técnica diagnóstica requiere protocolos bien estructurados, con tiempos definidos para cada fase de evaluación, capacitación del personal y verificación de la calidad de las imágenes, asegurando que los resultados sean consistentes y replicables.

Por otro lado, el Artículo Sexto dispone que el Ministerio de Salud promoverá y colaborará en la formación y capacitación del recurso humano mediante convenios con universidades, instituciones de salud y organismos internacionales, para el uso seguro de tecnologías médicas. Esta disposición tiene una incidencia directa en el estudio, ya que la implementación de resonancia magnética como herramienta temprana de diagnóstico de Alzheimer requiere personal con competencias técnicas actualizadas y dominio de las metodologías que aseguren una adquisición e interpretación óptima de imágenes cerebrales.

Estos artículos, analizados en conjunto, reflejan un marco regulatorio que prioriza la planificación, control y capacitación como ejes centrales para la prestación de servicios de diagnóstico seguros y de calidad. Aplicar estos principios a la resonancia magnética garantiza que la investigación no solo tenga validez científica, sino también respaldo en políticas sanitarias vigentes, lo que facilita su eventual adopción en la práctica clínica.

Partiendo de esta premisa, la Resolución N.º 495 de 2024 refuerza la necesidad de que todo procedimiento de diagnóstico médico, incluso aquellos que no empleen radiación ionizante, se realice en un entorno regulado, con personal capacitado y protocolos estandarizados. Estos lineamientos fortalecen la base legal y técnica para el estudio, asegurando que sus resultados puedan ser implementados en condiciones que salvaguarden la seguridad del paciente y la calidad de la atención.

2.3. Marco Referencial

Según Sabino (2017), el marco referencial en una investigación representa el apartado donde el investigador estructura y expone los distintos enfoques y teorías previamente elaborados por otros autores e investigadores respecto al proceso de validación de la resonancia magnética como método para la detección temprana del Alzheimer. En términos generales, este marco funciona como un conjunto que integra diversas perspectivas técnicas y conceptuales relacionadas con la temática, permitiendo al investigador sustentar y ubicar su estudio de manera articulada.

2.3.1. Fundamentos Teóricos de la Neuroimagen en la Enfermedad de Alzheimer

La resonancia magnética se ha convertido en una herramienta clave para la investigación y el diagnóstico temprano de la enfermedad de Alzheimer, al permitir observar cambios estructurales y funcionales en el cerebro antes de que aparezcan manifestaciones clínicas evidentes.

En etapas iniciales, las alteraciones pueden ser sutiles, pero la capacidad de la neuroimagen para mostrar atrofia en regiones como el hipocampo y la corteza entorrinal ofrece una ventaja crucial. La neuroimagen no solo contribuye al diagnóstico, sino que también permite monitorear la progresión de la enfermedad, lo que resulta indispensable en contextos clínicos que buscan intervenir de manera precoz.

De acuerdo con Lima (2022), la resonancia magnética ha demostrado una precisión significativa para identificar biomarcadores estructurales asociados al Alzheimer. El autor señala que el adelgazamiento cortical y la disminución del volumen hipocampal observados en imágenes de alta resolución constituyen patrones repetidamente asociados a esta patología en estudios longitudinales.

Este aporte confirma la importancia de integrar protocolos estandarizados que mejoren la sensibilidad diagnóstica, ya que una adecuada interpretación de las imágenes puede significar la diferencia entre una intervención temprana y un diagnóstico tardío con impacto negativo en la calidad de vida.

Los fundamentos teóricos de la neuroimagen en la enfermedad de Alzheimer parten del entendimiento de que la patología tiene un curso neurodegenerativo progresivo que se refleja en modificaciones estructurales y funcionales observables. La resonancia magnética estructural permite cuantificar volúmenes cerebrales y detectar patrones de atrofia en áreas específicas, mientras que la resonancia magnética funcional facilita la evaluación de la conectividad neuronal y la actividad metabólica.

Además, técnicas avanzadas como el tensor de difusión (DTI) posibilitan el análisis de la integridad de la sustancia blanca, mientras que la espectroscopia por RM ofrece datos sobre cambios bioquímicos asociados a la neurodegeneración. Estos fundamentos, correctamente aplicados, fortalecen el uso clínico y académico de la neuroimagen como herramienta predictiva y diagnóstica.

Al integrar la teoría, la evidencia empírica y la aplicación técnica, se puede comprender que la resonancia magnética en Alzheimer trasciende el concepto de imagen diagnóstica convencional y se convierte en una ventana al proceso neurodegenerativo en tiempo real.

Este enfoque, más allá de la simple detección de lesiones, abre la posibilidad de generar diagnósticos más oportunos y diseñar estrategias personalizadas para cada paciente.

En este sentido, la neuroimagen, sustentada en protocolos bien establecidos, se proyecta no solo como instrumento de validación diagnóstica, sino como pilar en la innovación de la medicina preventiva y de precisión, especialmente en entornos clínicos.

2.3.1.1. Conceptualización de la enfermedad de Alzheimer y su evolución clínica

La enfermedad de Alzheimer se reconoce como la demencia neurodegenerativa más frecuente en la población adulta mayor y su impacto clínico se manifiesta de manera progresiva. Se caracteriza por un deterioro cognitivo que inicia de forma sutil, afectando la memoria episódica y la capacidad de aprendizaje, para luego avanzar hacia funciones ejecutivas y lenguaje.

Este proceso no solo compromete la autonomía del paciente, sino que también genera implicaciones significativas en su entorno social y familiar. La conceptualización de la enfermedad requiere comprender que su evolución clínica está marcada por fases que transitan de leves olvidos hasta la dependencia total, lo que convierte al diagnóstico precoz en una prioridad médica y social.

Según Ramírez (2023), el Alzheimer debe entenderse como un proceso patológico que comienza años antes de la aparición de los síntomas clínicos evidentes. Es de destacar que los cambios neuropatológicos, como la acumulación de placas de beta-amiloide y ovillos neurofibrilares de proteína tau, preceden en una década o más a las manifestaciones cognitivas.

Este enfoque ha impulsado el desarrollo de estrategias diagnósticas más tempranas, en las que la neuroimagen, junto a marcadores clínicos y bioquímicos, juega un papel

fundamental para identificar la enfermedad en su fase preclínica, con el objetivo de modificar su evolución y retrasar la progresión hacia estadios más incapacitantes.

La conceptualización teórica de la enfermedad de Alzheimer parte de su definición como una demencia primaria, progresiva e irreversible que afecta la corteza cerebral. Su evolución clínica se estructura generalmente en tres etapas: inicial, intermedia y avanzada. En la fase inicial predominan síntomas como pérdida de memoria reciente, desorientación espacial y dificultad para encontrar palabras. En la fase intermedia se evidencian problemas de comunicación más severos, alteraciones conductuales, pérdida de habilidades motoras y dependencia parcial.

Finalmente, en la fase avanzada el deterioro cognitivo es global, con pérdida de la comunicación verbal, dependencia total para actividades básicas y complicaciones médicas asociadas. Este curso progresivo justifica la necesidad de protocolos de detección temprana, particularmente en escenarios clínicos especializados.

Al reflexionar sobre los elementos expuestos, resulta evidente que la conceptualización del Alzheimer no puede limitarse a un esquema clínico estático, sino que debe entenderse como un proceso dinámico en el que cada fase abre ventanas para intervenciones específicas. Integrar la perspectiva neuropatológica con la evolución clínica permite no solo diagnosticar con mayor precisión, sino también planificar el abordaje terapéutico y de cuidados.

En este sentido, la neuroimagen se perfila como un recurso estratégico que conecta teoría, diagnóstico y seguimiento, especialmente en entornos clínicos, donde la validación de protocolos diagnósticos tempranos podría marcar un punto de inflexión en la atención de esta enfermedad.

2.3.1.2. Principios físicos y técnicos de la resonancia magnética aplicada al cerebro

La resonancia magnética (RM), aplicada al cerebro, se basa en principios físicos que permiten obtener imágenes detalladas de las estructuras encefálicas sin la utilización de radiación ionizante. Este método se sustenta en la interacción de un campo magnético intenso con los protones del hidrógeno presentes en el agua de los tejidos, los cuales generan una señal detectable que es transformada en imágenes de alta resolución.

La precisión de esta técnica es especialmente relevante en el diagnóstico de enfermedades neurológicas como el Alzheimer, donde los cambios estructurales pueden ser mínimos en fases tempranas, pero detectables gracias a la capacidad de la RM para diferenciar contrastes entre tejidos blandos.

Según Morales (2022), la resonancia magnética cerebral es una de las modalidades más versátiles y seguras de la neuroimagen, debido a su excelente contraste entre materia gris y materia blanca, así como a la posibilidad de implementar secuencias avanzadas como T1, T2, FLAIR, difusión y espectroscopia, que permiten un análisis detallado de la anatomía y función cerebral. Es de resaltar que la RM se ha convertido en un estándar de referencia no solo para la identificación de lesiones estructurales, sino también para la evaluación de patologías neurodegenerativas, donde la precisión diagnóstica depende en gran medida de la correcta aplicación de los parámetros técnicos.

Los principios físicos de la RM cerebral incluyen la alineación de los protones en un campo magnético uniforme, la aplicación de pulsos de radiofrecuencia y la detección de la señal emitida durante la relajación de los protones. Desde el punto de vista técnico, la calidad de la imagen depende de factores como la intensidad del campo magnético (medido en teslas), la selección de secuencias adecuadas y la configuración de parámetros como TR, TE y grosor de corte.

En la aplicación al cerebro, es esencial emplear bobinas específicas para cabeza, técnicas de supresión de artefactos y protocolos optimizados para obtener la máxima resolución anatómica y funcional, lo que resulta clave en la detección temprana de cambios sutiles vinculados al Alzheimer.

La reflexión sobre estos fundamentos permite comprender que el uso de la resonancia magnética cerebral no se limita a un procedimiento rutinario, sino que implica una integración entre física, tecnología y experiencia clínica. La precisión diagnóstica en enfermedades como el Alzheimer depende tanto del conocimiento de los principios físicos como de la aplicación cuidadosa de parámetros técnicos adaptados a cada paciente.

En este sentido, la validación de protocolos específicos en centros especializados se convierte en una estrategia esencial para garantizar diagnósticos confiables y oportunos, reforzando la relevancia de la RM como herramienta central en la neuroimagen moderna.

2.3.1.3. Biomarcadores estructurales identificables mediante resonancia magnética

En la enfermedad de Alzheimer, los biomarcadores estructurales visibles por resonancia magnética han adquirido un papel esencial para la detección temprana. Estas alteraciones estructurales reflejan cambios neuropatológicos que ocurren antes de que los síntomas clínicos se manifiesten de forma evidente.

La RM, al ofrecer un alto contraste entre los tejidos blandos, permite identificar patrones característicos como la atrofia del hipocampo, el adelgazamiento cortical y la reducción de volumen en estructuras específicas relacionadas con la memoria y las funciones cognitivas. Estos indicadores no solo tienen valor diagnóstico, sino que también permiten el seguimiento de la progresión de la enfermedad en estudios longitudinales.

Como explica Herrera (2021), la atrofia hipocampal es uno de los biomarcadores estructurales más consistentes y validados en la investigación del Alzheimer. Las imágenes volumétricas obtenidas mediante secuencias de alta resolución T1 permiten cuantificar de manera precisa la pérdida de volumen en esta región, correlacionándose con deterioros en la memoria episódica. Además, es de destacar que el adelgazamiento cortical en áreas temporoparietales y la dilatación ventricular son hallazgos frecuentes que refuerzan el diagnóstico en fases iniciales.

En términos técnicos, los biomarcadores estructurales incluyen diversas manifestaciones detectables mediante resonancia magnética. Entre los más relevantes se encuentran: la reducción de volumen del hipocampo y corteza entorrinal, el adelgazamiento cortical generalizado en regiones temporales y parietales, y la dilatación de los ventrículos laterales como resultado de la pérdida neuronal.

Estas mediciones requieren protocolos estandarizados y análisis cuantitativos que, a través de software especializado, permiten establecer comparaciones con bases de datos normativas. La interpretación adecuada de estos biomarcadores aporta información objetiva y reproducible, lo que favorece su integración en entornos clínicos y de investigación.

Comprender que los biomarcadores estructurales observados mediante resonancia magnética no son simples hallazgos radiológicos, sino la representación tangible de un proceso neurodegenerativo silencioso. Su identificación temprana exige una interacción entre la tecnología, la experiencia del radiólogo y la comprensión clínica de la enfermedad.

En este sentido, validar protocolos específicos no solo fortalecerá la confiabilidad diagnóstica, sino que también posicionará la práctica radiológica como un componente esencial en el abordaje preventivo y personalizado del Alzheimer.

2.3.1.4. Avances recientes en resonancia magnética de alta resolución y su impacto diagnóstico

La resonancia magnética de alta resolución ha marcado un cambio sustancial en la capacidad diagnóstica de la neuroimagen, especialmente en enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer. El incremento en la intensidad de los campos magnéticos, la mejora en la sensibilidad de las bobinas y la optimización de secuencias avanzadas permiten obtener imágenes con mayor definición anatómica y reducción de artefactos.

Estas innovaciones no solo han permitido visualizar estructuras cerebrales con mayor nitidez, sino también detectar cambios morfológicos sutiles que antes quedaban fuera del alcance de las técnicas convencionales. Su aplicación clínica en fases tempranas de patologías neurodegenerativas ha fortalecido la medicina preventiva y la planificación terapéutica personalizada.

Según Cárdenas (2021), la resonancia magnética de alta resolución ha facilitado el desarrollo de protocolos que logran identificar cambios en la sustancia gris cortical, microlesiones y alteraciones en las redes de conectividad cerebral con una precisión sin precedentes. Es de subrayar que estas capacidades diagnósticas han permitido redefinir los criterios de detección precoz del Alzheimer, incorporando parámetros cuantitativos derivados de análisis volumétricos automatizados.

Este avance impulsa la integración de la RM en estudios longitudinales, incrementando la sensibilidad diagnóstica y mejorando la correlación entre hallazgos estructurales y deterioro clínico.

Los avances recientes en resonancia magnética de alta resolución comprenden mejoras en hardware y software que se traducen en imágenes más precisas y rápidas. La

implementación de campos magnéticos de 3T y 7T, junto con bobinas de múltiples canales, permite una mayor relación señal-ruido. A nivel de software, técnicas como la reconstrucción paralela, el mapeo cuantitativo de tejidos y el uso de algoritmos de inteligencia artificial optimizan la detección de biomarcadores estructurales y funcionales.

En el contexto del Alzheimer, estas innovaciones permiten estudiar con detalle la morfología hipocampal, la sustancia blanca y los cambios corticales incipientes, aportando una visión más completa y sensible de la evolución de la enfermedad.

Al reflexionar sobre estos avances, es evidente que la resonancia magnética de alta resolución no es únicamente una mejora tecnológica, sino una herramienta que redefine la manera en que el diagnóstico se concibe y se aplica en la práctica clínica. La capacidad de identificar cambios estructurales incipientes ofrece una ventaja significativa para validar protocolos específicos en instituciones Clínicas.

Este enfoque permite no solo confirmar diagnósticos, sino también proyectar estrategias de seguimiento, reforzando el valor de la resonancia magnética como pilar en la detección temprana del Alzheimer y otras patologías neurodegenerativas.

2.3.1.5. Protocolo y planeación de resonancia magnética para la detección temprana de Alzheimer

El protocolo y la planeación de la resonancia magnética constituyen elementos decisivos dentro del proceso diagnóstico orientado a la detección temprana de la enfermedad de Alzheimer, debido a que la utilidad clínica del estudio no depende únicamente de la disponibilidad del equipo, sino también de la correcta organización técnica del examen, la selección apropiada de secuencias y la estandarización de parámetros que permitan obtener imágenes reproducibles y comparables.

En este contexto, la planeación del estudio debe considerar la sospecha clínica, la edad del paciente, la presencia de deterioro cognitivo inicial, la calidad esperada de imagen y la necesidad de valorar estructuras altamente sensibles a la neurodegeneración, como el hipocampo, los lóbulos temporales mediales, la corteza entorrinal y el sistema ventricular (Cárdenas, 2021). Desde esta perspectiva, un protocolo de resonancia magnética cerebral orientado al diagnóstico temprano del Alzheimer debe incluir secuencias anatómicas de alta resolución, especialmente T1 volumétrica en planos adecuados para análisis morfológico, acompañada de T2 y FLAIR para valoración complementaria del parénquima, cambios vasculares y procesos concomitantes.

La planeación también exige reducir artefactos por movimiento, verificar la adecuada posición del paciente, seleccionar bobina de cráneo y establecer tiempos de adquisición coherentes con la tolerancia del examinado, de manera que el estudio conserve valor diagnóstico sin comprometer la cooperación del paciente. En consecuencia, hablar de validación de la resonancia magnética en Alzheimer implica reconocer que un protocolo bien estructurado no solo mejora la calidad técnica de las imágenes, sino que fortalece la precisión interpretativa y favorece una detección más oportuna de alteraciones cerebrales compatibles con estadios iniciales de la enfermedad.

2.3.1.6. Utilidad diagnóstica de las secuencias avanzadas en resonancia magnética cerebral

La utilidad de las secuencias avanzadas en resonancia magnética cerebral radica en que amplían la capacidad diagnóstica del estudio más allá de la simple observación anatómica convencional, permitiendo identificar cambios sutiles que pueden pasar inadvertidos en fases iniciales del Alzheimer. En este sentido, las secuencias volumétricas ponderadas en T1 ofrecen especial valor para la medición de atrofia hipocampal y adelgazamiento cortical,

mientras que FLAIR contribuye a diferenciar lesiones de sustancia blanca y hallazgos asociados a patología vascular que podrían interferir en la interpretación del deterioro cognitivo (Cárdenas, 2021).

De igual forma, la difusión aporta información sobre microestructura tisular y la espectroscopia, cuando se encuentra disponible, permite aproximarse a cambios metabólicos cerebrales relacionados con procesos neurodegenerativos.

La relevancia de estas secuencias avanzadas no se limita a enriquecer la descripción radiológica, sino que fortalece el juicio clínico al ofrecer elementos de mayor sensibilidad para correlacionar imagen y manifestaciones tempranas del paciente. Por ello, su incorporación dentro de protocolos planificados y técnicamente validados representa una ventaja significativa para instituciones que buscan elevar la calidad del diagnóstico, optimizar la interpretación especializada y consolidar la resonancia magnética como una herramienta útil en la identificación precoz del Alzheimer.

2.3.2. Utilización Actual de la Resonancia Magnética como Herramienta Diagnóstica

La resonancia magnética (RM) se ha consolidado en la práctica médica contemporánea como una herramienta diagnóstica de primera línea, capaz de ofrecer imágenes detalladas sin recurrir a radiación ionizante. Su aplicación abarca una amplia gama de especialidades, desde neurología y cardiología hasta oncología y radiología musculoesquelética.

En la actualidad, la RM es valorada por su alta resolución, su capacidad para diferenciar tejidos blandos y su versatilidad para implementar secuencias adaptadas a patologías específicas. Esta flexibilidad técnica la convierte en una herramienta indispensable en centros especializados, donde su precisión influye directamente en el diagnóstico, la planificación terapéutica y el seguimiento clínico.

De acuerdo con Fernández (2023), la resonancia magnética se ha convertido en el estándar de referencia para la evaluación estructural y funcional del sistema nervioso central. El autor enfatiza que la incorporación de secuencias avanzadas, como FLAIR, difusión y espectroscopia, ha permitido detectar lesiones microscópicas y alteraciones metabólicas antes de que sean evidentes clínicamente.

Además, destaca que la RM es esencial en protocolos diagnósticos de enfermedades neurodegenerativas, donde su papel es central para identificar cambios tempranos y orientar intervenciones oportunas.

En la práctica diagnóstica actual, la RM es utilizada para evaluar de manera integral órganos, tejidos y funciones corporales.

- En neurología, se emplea para la detección de tumores, accidentes cerebrovasculares, esclerosis múltiple y enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer.
- En cardiología, su capacidad para caracterizar tejido miocárdico y cuantificar función ventricular ha revolucionado la evaluación de cardiopatías.
- En oncología, la RM permite estadificación tumoral precisa y seguimiento terapéutico.

Estas aplicaciones se sustentan en avances tecnológicos como el uso de campos magnéticos de alta intensidad, bobinas especializadas y software de reconstrucción de imágenes que optimizan la calidad y reducen los tiempos de exploración.

El uso actual de la resonancia magnética implica reconocer que esta herramienta ha trascendido su papel inicial como técnica de imagen estructural para convertirse en un pilar de la medicina de precisión. Su integración en protocolos diagnósticos refleja la evolución de la medicina hacia abordajes más específicos y personalizados.

En este contexto, la validación de la RM para la detección temprana de Alzheimer no solo es coherente con esta tendencia, sino que también posiciona la institución como referente en la aplicación de la tecnología diagnóstica más avanzada disponible en el entorno clínico actual.

2.3.2.1. Estado de implementación de protocolos de neuroimagen en centros clínicos

En los últimos años, la implementación de protocolos de neuroimagen en centros clínicos ha avanzado de manera significativa, impulsada por la necesidad de estandarizar procesos y garantizar diagnósticos más confiables. Estos protocolos, que abarcan desde la preparación del paciente hasta la interpretación de las imágenes, buscan optimizar la calidad diagnóstica y minimizar la variabilidad entre estudios.

En el contexto de patologías como la enfermedad de Alzheimer, donde la detección temprana resulta crucial, la correcta aplicación de protocolos representa una herramienta clave para obtener resultados consistentes y reproducibles, fortaleciendo la práctica clínica y la investigación aplicada.

Según Torres (2023), la implementación de protocolos de neuroimagen ha permitido mejorar la uniformidad en los estudios realizados en distintos centros clínicos. Es de señalar que estos protocolos incluyen la selección de secuencias adecuadas, el ajuste de parámetros técnicos según la patología sospechada y la incorporación de controles de calidad para asegurar la fidelidad de las imágenes obtenidas.

En el caso de enfermedades neurodegenerativas, la estandarización ha favorecido la comparación de resultados entre instituciones, lo que incrementa la confiabilidad de los hallazgos y permite avanzar hacia diagnósticos más tempranos y precisos.

En la práctica actual, el estado de implementación de protocolos de neuroimagen en centros clínicos refleja un panorama en constante evolución. En instituciones de referencia y clínicas especializadas, se emplean guías internacionales adaptadas a los recursos locales, que incluyen desde protocolos básicos de resonancia magnética estructural hasta procedimientos avanzados con secuencias funcionales y volumétricas.

La integración de software de análisis y almacenamiento en sistemas PACS permite centralizar la información y facilita la comparación longitudinal de estudios. No obstante, la realidad muestra variaciones en el grado de implementación según la infraestructura tecnológica, la capacitación del personal y la disponibilidad de recursos, lo que plantea desafíos para su estandarización plena.

Este estado de implementación permite entender que los protocolos de neuroimagen no son simples documentos técnicos, sino herramientas vivas que se adaptan a la realidad de cada centro. Su correcta aplicación depende de factores humanos, tecnológicos y organizativos.

La validación de protocolos específicos para la detección temprana de Alzheimer representa no solo una oportunidad para fortalecer su práctica clínica, sino también para posicionarse como referente en la estandarización de neuroimagen en Panamá, aportando al desarrollo de una red diagnóstica más sólida y confiable.

2.3.2.2. Criterios de inclusión y exclusión en estudios de resonancia magnética cerebral

En los estudios de resonancia magnética cerebral, los criterios de inclusión y exclusión representan un elemento fundamental para garantizar la validez y seguridad de los procedimientos. Estos criterios permiten delimitar la población de estudio, asegurando que

los participantes cumplan con las condiciones necesarias para obtener resultados fiables y clínicamente relevantes.

Además, establecen salvaguardas para evitar riesgos relacionados con la exposición al campo magnético, la presencia de implantes metálicos o condiciones médicas incompatibles con la técnica. En investigaciones que buscan validar protocolos diagnósticos para la detección temprana de Alzheimer, definir estos criterios resulta esencial para evitar sesgos y optimizar la calidad de la información obtenida.

De acuerdo con Mendoza (2023), la correcta definición de los criterios de inclusión y exclusión en resonancia magnética es clave para garantizar la seguridad del paciente y la calidad diagnóstica. En estudios de neuroimagen, los criterios de inclusión suelen considerar variables como la edad, la presencia de síntomas compatibles con deterioro cognitivo y la capacidad de cooperación durante el examen, mientras que los criterios de exclusión se centran en factores como implantes metálicos no compatibles, dispositivos electrónicos implantados, claustrofobia severa o contraindicaciones específicas como insuficiencia renal en casos que requieran contraste.

En la práctica, los criterios de inclusión para estudios de resonancia magnética cerebral suelen abarcar pacientes con síntomas neurológicos compatibles con la patología a estudiar, disposición para participar en el procedimiento y ausencia de condiciones que interfieran con la calidad de la imagen. Por otro lado, los criterios de exclusión se aplican a personas con marcapasos, clips vasculares ferromagnéticos, prótesis auditivas no compatibles, embarazo en primer trimestre o incapacidad para permanecer inmóviles durante el examen.

En el contexto de la detección temprana de Alzheimer, se prioriza la inclusión de sujetos en fases iniciales de deterioro cognitivo, asegurando que las condiciones técnicas y clínicas sean óptimas para capturar biomarcadores estructurales y funcionales con precisión.

Estos criterios evidencian que su aplicación no es un mero requisito administrativo, sino una estrategia clave que incide directamente en la seguridad del paciente y en la calidad del diagnóstico. La validación de protocolos de resonancia magnética para Alzheimer exige que estos criterios estén claramente definidos y adaptados a la población local, lo que permitirá no solo optimizar los procedimientos, sino también generar resultados confiables que respalden la práctica clínica y fortalezcan la reputación del centro como referente en neuroimagen diagnóstica.

2.3.2.3. Experiencias internacionales y latinoamericanas en la detección temprana

En la última década, la detección temprana de la enfermedad de Alzheimer ha sido objeto de un enfoque global que integra investigación clínica, desarrollo tecnológico y estrategias de salud pública. A nivel internacional, la resonancia magnética ha desempeñado un papel central, especialmente en estudios multicéntricos que buscan validar protocolos diagnósticos aplicables en diferentes contextos.

La combinación de secuencias estructurales, análisis volumétricos automatizados y correlación con biomarcadores bioquímicos ha permitido alcanzar niveles de precisión diagnóstica sin precedentes. Estos avances han impulsado a centros de referencia en Europa, Norteamérica y Asia a establecer guías estandarizadas que hoy sirven de modelo para países latinoamericanos.

De acuerdo con Paredes (2024), la experiencia internacional en la detección temprana del Alzheimer ha demostrado que la implementación de protocolos basados en neuroimagen, particularmente la resonancia magnética, requiere de una infraestructura tecnológica robusta y personal especializado. Es de señalar que iniciativas como la Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative han marcado un antes y un después en la estandarización de técnicas,

sirviendo como referencia para la creación de redes regionales en América Latina que buscan adaptar estas metodologías a sus realidades.

En Latinoamérica, la detección temprana mediante resonancia magnética ha tenido avances progresivos, aunque con desafíos relacionados a la disponibilidad tecnológica y la capacitación de recursos humanos. Países como Argentina, Brasil, México y Colombia han desarrollado estudios que combinan protocolos de resonancia magnética estructural con análisis cognitivos estandarizados para identificar alteraciones en fases preclínicas.

Estas experiencias han demostrado que, aun con limitaciones presupuestarias, es posible implementar estrategias efectivas de detección temprana cuando se articulan esfuerzos entre instituciones académicas, hospitales y redes de investigación.

Es importante reconocer que la adaptación de modelos internacionales a la realidad latinoamericana no debe limitarse a la transferencia de tecnología, sino que implica un proceso de integración contextualizado. En el caso de Panamá, la validación de protocolos no solo significa un avance en la práctica diagnóstica local, sino también una oportunidad para generar evidencia propia que pueda aportar al desarrollo de guías regionales.

Este enfoque situaría al país en una posición estratégica dentro del panorama latinoamericano de neuroimagen aplicada al Alzheimer, fortaleciendo la capacidad diagnóstica y científica de la región.

2.3.2.4. Desafíos en la interpretación radiológica y su repercusión en la práctica clínica

La interpretación radiológica, especialmente en el contexto de la resonancia magnética cerebral para la detección temprana de Alzheimer, representa un proceso complejo que combina la precisión técnica con la experiencia clínica del profesional. Las imágenes

generadas por equipos de alta resolución contienen información detallada que requiere un análisis cuidadoso para evitar diagnósticos erróneos o interpretaciones ambiguas.

La presencia de variaciones anatómicas, artefactos técnicos y lesiones incipientes plantea desafíos que pueden afectar la sensibilidad y especificidad del estudio. Estos obstáculos demandan no solo un alto nivel de conocimiento técnico, sino también actualización constante en protocolos y herramientas de apoyo diagnóstico.

Según Gutiérrez (2023), uno de los principales desafíos en la interpretación radiológica radica en la identificación y diferenciación de cambios cerebrales asociados al envejecimiento normal frente a los propios de una enfermedad neurodegenerativa como el Alzheimer. Es de enfatizar que la integración de parámetros clínicos, hallazgos cuantitativos y correlación con biomarcadores es fundamental para reducir la tasa de falsos positivos y falsos negativos.

Además, destaca que el avance en software de análisis automatizado y la inteligencia artificial ofrece apoyo significativo, pero no sustituye el criterio experto del radiólogo.

En la práctica clínica, los desafíos de la interpretación radiológica se ven reflejados en la toma de decisiones terapéuticas y en la planificación de intervenciones. La precisión diagnóstica condiciona la elección de tratamientos, el seguimiento de la evolución del paciente y la comunicación con familiares y equipos multidisciplinarios.

En estudios de resonancia magnética cerebral, la capacidad de identificar atrofia hipocampal incipiente, cambios en la sustancia blanca o adelgazamiento cortical influye directamente en la detección temprana de la enfermedad. La falta de interpretación precisa puede retrasar el diagnóstico o conducir a tratamientos inapropiados, lo que resalta la importancia de protocolos estandarizados y formación continua.

Estos desafíos permiten comprender que la interpretación radiológica es mucho más que la lectura técnica de una imagen: es un proceso que articula ciencia, tecnología y juicio clínico. Validar protocolos de resonancia magnética para Alzheimer no solo implica optimizar parámetros técnicos, sino también fortalecer la capacitación y la revisión multidisciplinaria.

Esta visión crítica asegura que la repercusión clínica de la interpretación radiológica se traduzca en diagnósticos más confiables, mejor calidad de atención y mayor confianza por parte de pacientes y profesionales.

2.3.3. Factores Clínicos, Técnicos y Operativos que Inciden en la Validación

La validación de protocolos de resonancia magnética para la detección temprana de Alzheimer depende de la interacción de múltiples factores clínicos, técnicos y operativos que, de manera conjunta, determinan la precisión diagnóstica y la reproducibilidad de los resultados. Desde la perspectiva clínica, es fundamental la correcta selección de pacientes y la identificación de las etapas iniciales de deterioro cognitivo.

En el ámbito técnico, intervienen la calidad del equipo, la calibración, las secuencias utilizadas y la experiencia del personal. En el plano operativo, la eficiencia de los flujos de trabajo, la coordinación entre servicios y la estandarización de procedimientos impactan directamente en la consistencia de los estudios realizados.

De acuerdo con Salazar (2021), la validación de estudios de neuroimagen como la resonancia magnética requiere una visión integral que considere tanto la capacidad tecnológica como la organización operativa. El autor señala que la optimización de parámetros técnicos, la capacitación continua de los radiólogos y tecnólogos, y la implementación de protocolos homogéneos son elementos esenciales para garantizar que los resultados obtenidos sean comparables y clínicamente confiables.

Además, es de enfatizar que la comunicación entre equipos multidisciplinarios es un factor crítico para interpretar adecuadamente los hallazgos en función de los objetivos diagnósticos planteados.

En la práctica, los factores clínicos se relacionan con la selección de candidatos apropiados, la evaluación de antecedentes médicos, la presencia de comorbilidades y la identificación de contraindicaciones. En el plano técnico, influye la calidad del campo magnético, la resolución espacial de las imágenes, el tipo de bobinas utilizadas, la elección de secuencias específicas y la reducción de artefactos que puedan comprometer la interpretación.

En el aspecto operativo, la validación requiere protocolos claramente definidos, coordinación eficiente entre el equipo de radiología y el área clínica, tiempos de examen ajustados a las capacidades del centro, y sistemas de control de calidad que aseguren la coherencia en cada estudio realizado.

Estos elementos permiten entender que la validación no es un proceso estático, sino una dinámica constante que exige ajuste y revisión continua. Entonces, al desarrollar un protocolo de validación para resonancia magnética en Alzheimer, no solo debe garantizar que los factores clínicos, técnicos y operativos estén alineados, sino también que exista una cultura institucional orientada a la mejora permanente.

Este enfoque permitirá que la validación trascienda el ámbito interno y sirva como referencia para otros centros, consolidando su liderazgo en neuroimagen aplicada al diagnóstico temprano de enfermedades neurodegenerativas.

2.3.3.1. Variables técnicas que afectan la calidad de la imagen y la reproducibilidad

En los estudios de resonancia magnética cerebral, la calidad de la imagen y la reproducibilidad de los resultados son elementos determinantes para la validez diagnóstica. Estos factores dependen de un conjunto de variables técnicas que interactúan de manera directa con el rendimiento del equipo y la precisión de los protocolos aplicados.

Aspectos como la intensidad del campo magnético, la configuración de secuencias, la selección de parámetros de adquisición y el uso de bobinas adecuadas inciden en la resolución, el contraste y la reducción de artefactos. En estudios de Alzheimer, donde los cambios estructurales iniciales pueden ser muy sutiles, mantener la calidad y la reproducibilidad de la imagen es un requisito esencial para garantizar la confiabilidad de la interpretación.

Según Rivas (2020), la calidad de imagen en resonancia magnética no es un factor fortuito, sino el resultado de una correcta planificación técnica. Es de enfatizar que parámetros como el tiempo de repetición (TR), el tiempo de eco (TE), el grosor de corte y la matriz de adquisición determinan la nitidez y el contraste de las estructuras cerebrales.

Asimismo, es de señalar que la reproducibilidad de los estudios depende de la estandarización de los protocolos y de la consistencia en la calibración de los equipos, ya que variaciones mínimas pueden generar discrepancias en estudios secuenciales, afectando la evaluación de la progresión de la enfermedad.

En la práctica, las variables técnicas que afectan la calidad y reproducibilidad incluyen la fuerza del campo magnético, que define la relación señal-ruido; la homogeneidad del gradiente, que influye en la uniformidad de la imagen; y la correcta elección de secuencias adaptadas al objetivo clínico.

El uso de bobinas específicas para cabeza, la reducción de artefactos por movimiento y la optimización de la resolución espacial son esenciales para capturar detalles finos como la atrofia hipocampal incipiente o el adelgazamiento cortical. Además, la reproducibilidad depende de mantener constantes los parámetros técnicos y la metodología de adquisición entre estudios, asegurando que los resultados puedan ser comparados de forma fiable en evaluaciones longitudinales.

Estas variables dejan claro que la calidad de la imagen y su reproducibilidad no dependen exclusivamente de la tecnología, sino también de la pericia técnica del equipo humano que opera y supervisa el estudio. La validación de protocolos para Alzheimer requiere integrar una visión rigurosa de control técnico que garantice uniformidad y precisión.

Este compromiso con la calidad técnica permitirá que cada estudio no solo sea útil de manera individual, sino que también aporte valor en series comparativas que consoliden la validez del protocolo y fortalezcan la confiabilidad diagnóstica del centro.

2.3.3.2. Factores clínicos que condicionan la precisión diagnóstica de los hallazgos

En el contexto de la resonancia magnética para la detección temprana de Alzheimer, la precisión diagnóstica de los hallazgos no depende únicamente de la calidad técnica de las imágenes, sino también de múltiples factores clínicos que influyen en la interpretación y validez de los resultados. Variables como la fase clínica de la enfermedad, el estado cognitivo del paciente, la coexistencia de patologías asociadas y el uso de medicamentos pueden modificar la expresión radiológica de los cambios cerebrales.

Estos elementos deben ser cuidadosamente evaluados por el equipo de salud para evitar interpretaciones erróneas o sesgos diagnósticos que comprometan la fiabilidad de la resonancia magnética como herramienta de detección temprana.

De acuerdo con Benítez (2020), los factores clínicos desempeñan un papel crítico en la correlación imagenológica del Alzheimer. El autor destaca que las características demográficas, como la edad y el nivel educativo, así como las comorbilidades frecuentes hipertensión, diabetes, dislipidemia, pueden influir en la morfología cerebral observada.

Por su parte, es de señalar que el historial clínico detallado y la aplicación de escalas neuropsicológicas complementarias son esenciales para contextualizar los hallazgos y evitar sobreinterpretaciones, especialmente en casos donde la atrofia cerebral puede ser atribuida tanto al envejecimiento como a procesos neurodegenerativos iniciales.

En la práctica, los factores clínicos que condicionan la precisión diagnóstica incluyen la etapa de la enfermedad en la que se realiza la resonancia, ya que los cambios estructurales son más sutiles en fases preclínicas. El estado general de salud del paciente influye en la calidad de la imagen, debido a que patologías concomitantes pueden generar hallazgos que imiten o enmascaren lesiones propias del Alzheimer.

Asimismo, el uso de tratamientos farmacológicos que afecten el sistema nervioso central puede modificar patrones metabólicos o estructurales, alterando la interpretación radiológica. La interacción de estos elementos resalta la necesidad de una evaluación clínica integral que complemente los resultados obtenidos por imagen.

Sin duda, estos factores permiten comprender que la resonancia magnética, aunque poderosa, no es un método aislado ni definitivo sin la adecuada correlación clínica. La validación de protocolos de resonancia para Alzheimer debe contemplar un análisis integral que unifique información clínica, neuropsicológica y radiológica.

Solo de esta manera se podrá garantizar que los hallazgos de la imagen sean interpretados con la máxima precisión diagnóstica posible, asegurando intervenciones oportunas y fundamentadas en una evaluación holística del paciente.

2.3.3.3. Nivel de formación y competencia profesional en neuroimagen

El nivel de formación y competencia profesional en neuroimagen es un factor determinante para la calidad diagnóstica y la correcta interpretación de estudios de resonancia magnética, especialmente en patologías complejas como el Alzheimer. La precisión de un diagnóstico depende no solo de la tecnología utilizada, sino también del conocimiento, habilidades y experiencia de los profesionales involucrados.

Una formación sólida garantiza que los parámetros técnicos sean ajustados de manera óptima y que los hallazgos sean interpretados con un criterio clínico adecuado. En el caso de la detección temprana de Alzheimer, la competencia profesional adquiere mayor relevancia, ya que los cambios estructurales pueden ser sutiles y requieren un análisis altamente especializado.

Según Ortega (2023), el desarrollo de competencias profesionales en neuroimagen debe abarcar tres dimensiones: conocimientos teóricos actualizados, destrezas técnicas avanzadas y capacidad de interpretación clínica contextualizada. Es de enfatizar que la formación continua es indispensable para mantener la calidad diagnóstica, ya que la tecnología de resonancia magnética evoluciona constantemente y demanda que el personal técnico y médico actualice sus habilidades para adaptarse a nuevas secuencias, software de análisis y estándares internacionales.

En la práctica, el nivel de formación y competencia en neuroimagen se mide por la capacidad de aplicar protocolos estandarizados, seleccionar secuencias específicas según la patología y minimizar errores que puedan comprometer el diagnóstico. Esto requiere experiencia en el manejo de equipos de diferentes intensidades de campo, comprensión de artefactos y su corrección, y dominio de software de posprocesamiento.

La interpretación de los estudios exige integrar hallazgos imagenológicos con la historia clínica, resultados de pruebas neuropsicológicas y otros biomarcadores, para ofrecer un diagnóstico preciso y útil en la práctica clínica.

La importancia de la formación y competencia profesional permite entender que la tecnología más avanzada pierde eficacia sin un recurso humano preparado. Esto garantizará que los hallazgos obtenidos no solo sean técnicamente precisos, sino clínicamente relevantes y reproducibles.

2.3.3.4. Importancia de la estandarización de protocolos en entornos clínicos específicos

La estandarización de protocolos en entornos clínicos específicos constituye una herramienta esencial para garantizar uniformidad, calidad y confiabilidad en los estudios de resonancia magnética. En patologías como el Alzheimer, donde la detección temprana depende de la identificación de cambios estructurales sutiles, la variabilidad en parámetros técnicos puede comprometer la precisión diagnóstica.

Al establecer protocolos estandarizados adaptados a cada entorno clínico, se logra optimizar la adquisición de imágenes, reducir los márgenes de error y mejorar la reproducibilidad de los resultados. Esto adquiere especial relevancia en centros especializados, donde el cumplimiento de estándares técnicos fortalece la validación de los procedimientos.

Según Cabrera (2023), la estandarización de protocolos en neuroimagen es un requisito indispensable para obtener diagnósticos consistentes entre diferentes operadores y equipos. El autor señala que, sin un protocolo unificado, los resultados pueden variar significativamente, dificultando la comparación de estudios longitudinales o interinstitucionales.

Además, destaca que los protocolos estandarizados deben adaptarse a las capacidades técnicas de cada centro y a las características de la población atendida, asegurando que la calidad de las imágenes cumpla con los criterios establecidos por guías internacionales sin perder la pertinencia local.

En la práctica, la estandarización de protocolos en entornos clínicos específicos implica definir parámetros técnicos como intensidad de campo, secuencias utilizadas, grosor de cortes, tiempo de repetición y de eco, así como el tipo de bobinas empleadas.

También requiere establecer procedimientos operativos claros que incluyan la preparación del paciente, la posición adecuada, el control de artefactos y la gestión de datos. Estos elementos, organizados en un protocolo adaptado al entorno clínico, permiten asegurar que los estudios se realicen de manera homogénea, minimizando las variaciones que puedan afectar la interpretación de los hallazgos y la confiabilidad del diagnóstico.

Reflexionar sobre la importancia de la estandarización en entornos clínicos específicos lleva a comprender que no se trata de una mera formalidad técnica, sino de un elemento estratégico para garantizar la calidad diagnóstica y la seguridad del paciente.

La implementación de protocolos estandarizados para la detección temprana de Alzheimer no solo garantizará la validez de los estudios realizados, sino que también posicionará al centro como referencia en neuroimagen avanzada en Panamá, impulsando su capacidad de generar evidencia confiable y replicable.

2.3.4. Implicaciones Diagnósticas, Éticas y Sociales de la Detección Precoz

La detección precoz de la enfermedad de Alzheimer a través de resonancia magnética conlleva implicaciones que van más allá de lo puramente clínico. Desde el punto de vista diagnóstico, la identificación temprana de cambios estructurales permite establecer

estrategias de intervención más efectivas, orientadas a ralentizar el progreso de la enfermedad y mejorar la calidad de vida del paciente.

Sin embargo, la detección temprana también implica responsabilidades éticas y sociales, ya que el diagnóstico puede generar repercusiones emocionales, decisiones anticipadas en la planificación de cuidados y un impacto significativo en el núcleo familiar y en el sistema de salud.

De acuerdo con Villalobos (2023), las implicaciones éticas de la detección precoz del Alzheimer requieren un abordaje cuidadoso que contemple la autonomía del paciente, el consentimiento informado y la confidencialidad de los resultados. Es de resaltar que comunicar un diagnóstico en fases iniciales demanda un manejo ético riguroso, ya que la información obtenida puede influir en decisiones familiares, laborales y legales.

Asimismo, se enfatiza que los profesionales de salud deben equilibrar el valor de un diagnóstico temprano con la responsabilidad de ofrecer un acompañamiento integral, evitando que la información genere estigmatización o ansiedad innecesaria.

En la práctica clínica, las implicaciones diagnósticas, éticas y sociales de la detección precoz se entrelazan en un proceso complejo. El diagnóstico temprano abre la puerta a intervenciones personalizadas, acceso a ensayos clínicos y planificación de cuidados a largo plazo. A nivel ético, exige protocolos claros para garantizar que el paciente comprenda los alcances y limitaciones del diagnóstico, y que se respeten sus decisiones en todo momento.

En el ámbito social, un diagnóstico precoz puede tener repercusiones en la dinámica familiar, la planificación financiera, la participación laboral y el acceso a redes de apoyo. Esto convierte la detección temprana en un acto médico con implicaciones profundas que trascienden lo puramente técnico.

Sin duda, estas implicaciones llevan a reconocer que la validación de protocolos de resonancia magnética para Alzheimer no puede limitarse a parámetros técnicos. La práctica debe contemplar un marco ético sólido y una visión social sensible, donde cada diagnóstico se acompañe de una estrategia de comunicación responsable y un plan integral de apoyo al paciente y su familia.

Este enfoque humanizado no solo garantizará una mayor aceptación y confianza en el procedimiento, sino que también posicionará a la clínica como referente en neuroimagen ética y socialmente comprometida.

2.3.4.1. Relevancia clínica de un diagnóstico temprano y su impacto terapéutico

El diagnóstico temprano de la enfermedad de Alzheimer representa un cambio sustancial en la forma en que se aborda la patología, ya que permite implementar estrategias terapéuticas y de soporte en una etapa donde aún es posible preservar funciones cognitivas y autonomía. En fases iniciales, los tratamientos farmacológicos, combinados con intervenciones no farmacológicas, pueden retrasar la progresión de los síntomas y mejorar la calidad de vida del paciente. Además, el diagnóstico precoz facilita la planificación terapéutica personalizada, que no solo contempla el manejo clínico, sino también las necesidades psicosociales del paciente y su entorno familiar.

Según Campos (2020), la detección temprana del Alzheimer mediante herramientas de neuroimagen, como la resonancia magnética, incrementa significativamente las posibilidades de éxito en los tratamientos disponibles. El autor señala que iniciar la terapia en etapas iniciales permite una respuesta más favorable tanto a los medicamentos como a los programas de estimulación cognitiva.

Asimismo, resalta que un diagnóstico precoz brinda al paciente y a su familia la oportunidad de planificar anticipadamente los cuidados, tomar decisiones informadas y acceder a recursos de apoyo de manera más efectiva.

En la práctica clínica, la relevancia de un diagnóstico temprano se traduce en la capacidad de intervenir antes de que el deterioro cognitivo alcance un punto irreversible. Esto incluye optimizar tratamientos farmacológicos, implementar programas de rehabilitación neurocognitiva, promover cambios en el estilo de vida y fomentar la participación en ensayos clínicos que exploren nuevas terapias.

El impacto terapéutico también se observa en la reducción de complicaciones asociadas a la enfermedad avanzada, lo que disminuye la carga para los sistemas de salud y mejora el pronóstico funcional y emocional de los pacientes.

La relevancia clínica del diagnóstico temprano lleva a comprender que su valor no reside únicamente en la confirmación de la enfermedad, sino en las oportunidades que abre para un abordaje integral. Esto refuerza la resonancia magnética como un instrumento clave en la medicina preventiva y personalizada.

2.3.4.2. Consideraciones éticas en el uso de tecnologías de alta complejidad

El uso de tecnologías de alta complejidad, como la resonancia magnética de última generación, plantea importantes consideraciones éticas que deben abordarse en todo entorno clínico. La aplicación de estos recursos no solo implica el acceso a diagnósticos más precisos, sino también la responsabilidad de garantizar que el procedimiento se realice bajo principios de respeto a la autonomía del paciente, transparencia en la información y confidencialidad de los resultados.

En patologías como el Alzheimer, donde el diagnóstico temprano puede generar repercusiones emocionales y sociales, la dimensión ética se convierte en un eje fundamental del proceso asistencial.

Según Morales (2022), la utilización de tecnologías de alta complejidad exige un marco ético sólido que incluya el consentimiento informado, la equidad en el acceso y la gestión adecuada de la información obtenida. El autor enfatiza que la innovación tecnológica no debe generar brechas de exclusión, y que su implementación debe priorizar criterios de justicia distributiva y responsabilidad profesional.

Asimismo, recalca que la precisión diagnóstica alcanzada por estos métodos obliga a los equipos médicos a brindar acompañamiento integral que mitigue el impacto psicológico de los hallazgos.

En la práctica clínica, las consideraciones éticas en el uso de tecnologías de alta complejidad abarcan desde la correcta explicación al paciente sobre el alcance y limitaciones del estudio, hasta la protección de datos sensibles y la toma de decisiones basadas en evidencia.

En el caso de la detección temprana de Alzheimer, estas consideraciones se amplían al manejo responsable de información que podría tener implicaciones en la vida personal, familiar y laboral del paciente. Además, la ética en el uso de estas tecnologías implica garantizar que su aplicación no sea selectiva ni limitada únicamente a quienes puedan costearla, sino que forme parte de un compromiso con la salud pública y el bienestar colectivo.

Estas consideraciones permiten comprender que la incorporación de tecnologías de alta complejidad no debe evaluarse únicamente desde la eficiencia técnica, sino también desde su impacto humano. Por ende, este enfoque asegurará que el valor tecnológico se traduzca en

una herramienta de salud integral, reforzando la confianza de la comunidad y la credibilidad profesional del centro.

2.3.4.3. Percepción social de la resonancia magnética como herramienta predictiva

La percepción social de la resonancia magnética como herramienta predictiva ha evolucionado a medida que la tecnología ha demostrado su capacidad para identificar alteraciones cerebrales antes de la aparición de síntomas clínicos evidentes. En la enfermedad de Alzheimer, esta percepción se encuentra marcada por un equilibrio entre la esperanza que representa la detección temprana y la inquietud que genera la posibilidad de conocer una condición para la cual aún no existe cura definitiva.

En entornos clínicos especializados, esta percepción influye en la aceptación de los estudios y en la disposición de la población a someterse a protocolos predictivos, vinculando aspectos técnicos con factores sociales y emocionales.

De acuerdo con Andrade (2021), la percepción social de la resonancia magnética como herramienta predictiva está profundamente influenciada por el nivel de información que recibe la comunidad, así como por la confianza depositada en las instituciones de salud. Es de subrayar que, en enfermedades neurodegenerativas, una adecuada comunicación sobre el alcance y las limitaciones del estudio es determinante para evitar interpretaciones erróneas, expectativas poco realistas o temores infundados.

Asimismo, sostiene que la aceptación social crece cuando los estudios están vinculados a beneficios tangibles, como el acceso a programas de prevención y seguimiento clínico.

En la práctica, la percepción social sobre la resonancia magnética como herramienta predictiva se construye a partir de experiencias previas, referencias culturales y resultados percibidos. Una comunicación clara y empática por parte del equipo médico, la difusión de

casos de éxito y la transparencia en los procesos ayudan a generar confianza en la tecnología. Sin embargo, persisten desafíos, como el temor a recibir un diagnóstico anticipado y las implicaciones psicológicas que ello conlleva.

En el caso del Alzheimer, esta percepción se ve condicionada por la utilidad de los resultados en la planificación de cuidados, la toma de decisiones anticipadas y la posibilidad de participar en terapias o estudios clínicos experimentales.

2.3.4.4. Proyecciones para la mejora de la calidad de vida de los pacientes y sus familias

El diagnóstico temprano de Alzheimer mediante resonancia magnética no solo tiene implicaciones en el manejo clínico, sino que también abre un horizonte de proyecciones enfocadas en mejorar la calidad de vida del paciente y su entorno familiar. La identificación precoz permite diseñar planes terapéuticos personalizados que prolongan la autonomía funcional, retrasan el avance de la enfermedad y optimizan el bienestar emocional y social.

Al mismo tiempo, facilita que las familias se preparen para enfrentar de manera organizada los desafíos que plantea la enfermedad, promoviendo una atención integral que contemple tanto aspectos médicos como psicosociales.

De acuerdo con Delgado (2022), las proyecciones hacia la mejora de la calidad de vida en pacientes con Alzheimer requieren un abordaje multidimensional que incluya intervenciones clínicas, programas de apoyo familiar y estrategias de integración comunitaria. El autor enfatiza que el diagnóstico temprano, complementado con terapias farmacológicas, estimulación cognitiva y asesoramiento a los cuidadores, contribuye significativamente a reducir la carga emocional y económica asociada a la enfermedad.

Además, destaca que un entorno familiar informado y acompañado por profesionales capacitados incrementa la efectividad de las medidas implementadas.

En la práctica, las proyecciones para mejorar la calidad de vida se materializan en programas que combinan atención médica continua, actividades terapéuticas adaptadas, asesoría psicológica y acceso a redes de apoyo social. El objetivo no es únicamente prolongar la vida, sino garantizar que esta se mantenga con la mayor funcionalidad y dignidad posible.

En entornos clínicos, estas proyecciones implican integrar la validación de protocolos diagnósticos con rutas de atención que fortalezcan la coordinación entre radiólogos, neurólogos, psicólogos y terapeutas ocupacionales, asegurando que el beneficio se extienda a toda la dinámica familiar.

Entender que la resonancia magnética como herramienta de detección temprana no debe verse aislada de su impacto humano. La mejora en la calidad de vida no depende únicamente del diagnóstico preciso, sino de cómo este se traduce en acciones concretas que beneficien al paciente y su entorno.

2.4. Marco Contextual

El marco contextual de una investigación describe de forma detallada el ambiente concreto y las circunstancias en que se efectúa el estudio, brindando un fundamento esencial para entender de qué manera estos elementos inciden en los hallazgos y en la interpretación del fenómeno analizado (Arias, 2019). Este marco cumple una función importante al ubicar el estudio dentro de un escenario más general, permitiendo con ello una mejor comprensión de los datos y conclusiones obtenidas. En resumen, el marco contextual determina el ámbito preciso donde se realiza el estudio, subrayando su pertinencia e influencia sobre la temática examinada.

2.4.1. Entorno Institucional de la Clínica Open Side

La Clínica Open Side se ha posicionado como una institución de referencia en el ámbito diagnóstico de alta complejidad en Panamá, consolidando su prestigio a partir de una

infraestructura moderna, equipamiento tecnológico de última generación y un equipo multidisciplinario especializado.

Su entorno institucional combina un modelo de atención orientado a la precisión diagnóstica con un enfoque integral hacia el paciente, lo que le permite responder a necesidades complejas como la detección temprana de patologías neurodegenerativas. Este contexto la convierte en un escenario idóneo para el desarrollo de investigaciones que validen protocolos avanzados, como el uso de resonancia magnética en la identificación precoz de Alzheimer.

Según Herrera (2021), el entorno institucional de centros diagnósticos especializados influye directamente en la calidad de los procedimientos realizados y en la aceptación por parte de la comunidad. Es de subrayar que instituciones con altos estándares de calidad, equipos calibrados y protocolos bien estructurados generan confianza tanto en el cuerpo médico como en los pacientes, lo que favorece la implementación de nuevas estrategias diagnósticas. En este sentido, la Clínica Open Side cuenta con un respaldo organizativo y técnico que la posiciona como un referente regional en neuroimagen avanzada.

En la práctica, el entorno institucional de la Clínica Open Side se caracteriza por su estructura organizativa orientada a la calidad, con áreas especializadas en diagnóstico por imagen, soporte técnico y atención al paciente. La disponibilidad de equipos de resonancia magnética de alto campo, software de postprocesamiento de imágenes y protocolos adaptados a diversas patologías garantizan que cada estudio se realice con los más altos estándares. Además, la clínica promueve la capacitación continua de su personal, fortaleciendo su capacidad de adaptación a los avances tecnológicos y metodológicos.

Figura 1. Infraestructura de Alta Tecnología en Diagnóstico por Imagen: Sala de Resonancia Magnética de Alto Campo en Clínica Open Side, Panamá



Nota. OpenSide Panamá. Agosto 2025. <https://www.open-side.com/wp-content/uploads/2019/08/slider7.jpg>

Este entorno institucional permite reconocer que la calidad técnica y organizativa de la Clínica Open Side no es un factor aislado, sino un elemento que potencia la validez y aplicabilidad de investigaciones como la presente. La infraestructura tecnológica, el recurso humano capacitado y la cultura de innovación constituyen un marco sólido para la validación de protocolos de resonancia magnética, asegurando que los resultados obtenidos sean confiables, replicables y de impacto real tanto para la práctica clínica como para el desarrollo científico del país.

2.4.1.1. Características operativas, tecnológicas y organizativas vinculadas al servicio de resonancia magnética

El servicio de resonancia magnética en instituciones de salud como la Clínica Open Side representa una unidad estratégica dentro del ecosistema diagnóstico, no solo por su

capacidad para producir imágenes de alta resolución, sino también por el engranaje técnico, operativo y organizativo que sostiene su funcionamiento.

En contextos donde se prioriza la detección precoz de enfermedades neurodegenerativas, este servicio debe contar con una infraestructura sólida, personal calificado, sistemas de gestión eficientes y un flujo de trabajo diseñado para mantener altos estándares de calidad diagnóstica. Esta combinación de elementos permite garantizar resultados confiables, reproducibles y clínicamente relevantes, particularmente en áreas sensibles como el estudio del cerebro en fases preclínicas del Alzheimer.

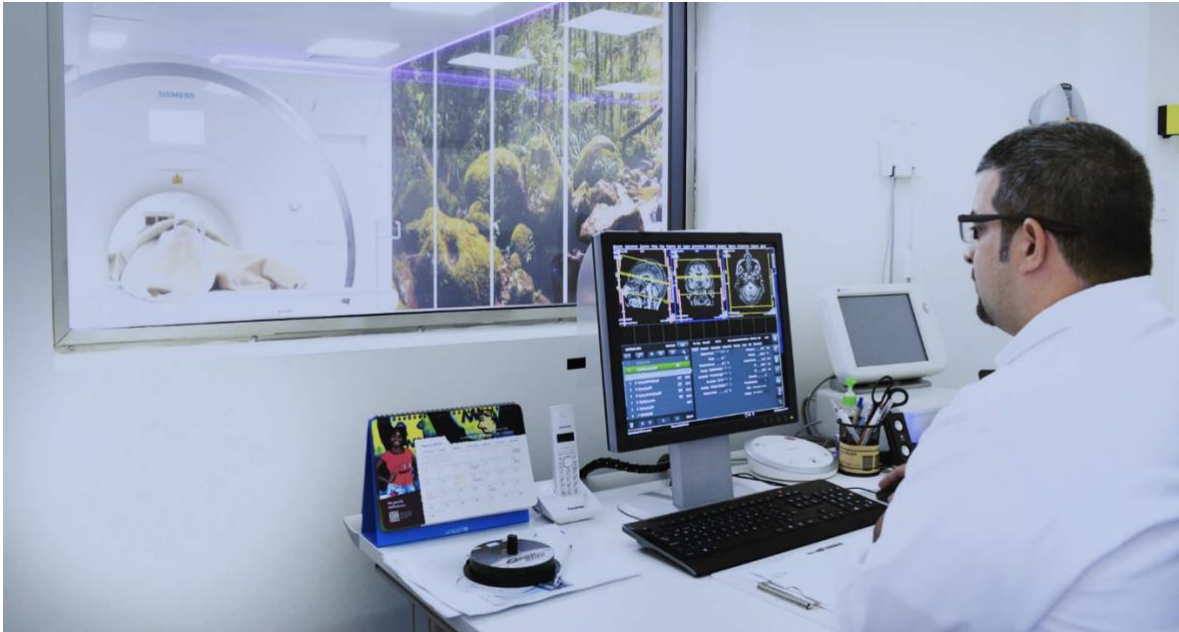
Según Márquez (2022), el éxito de un servicio de resonancia magnética no depende únicamente de la tecnología instalada, sino del modo en que se integran sus procesos operativos, la capacitación del recurso humano y la forma en que se organiza el flujo de atención. Es de señalar que una estructura funcional debe incluir protocolos bien definidos, calibración constante de equipos, mantenimiento preventivo y una cultura institucional que priorice la mejora continua. Asimismo, resalta que el uso de tecnologías avanzadas debe estar respaldado por una lógica organizativa que permita su uso eficiente, sin generar cuellos de botella ni comprometer la experiencia del paciente.

En la Clínica Open Side, el servicio de resonancia magnética cuenta con un sistema operativo articulado entre diferentes niveles técnicos y administrativos. Las características tecnológicas incluyen equipos de alto campo (1.5T y 3T), secuencias especializadas para neuroimagen, estaciones de trabajo con software de postprocesamiento avanzado y redes internas que conectan el sistema PACS con las historias clínicas electrónicas.

En términos operativos, se ha establecido un protocolo de atención estructurado que considera el tiempo de preparación del paciente, la revisión de criterios de inclusión y seguridad, y la gestión ágil de resultados. Desde el punto de vista organizativo, el personal

técnico y médico trabaja de forma coordinada mediante turnos establecidos, roles bien definidos y un sistema interno de retroalimentación para el análisis de calidad de imagen y desempeño del servicio.

Figura 2. Plataforma Tecnológica para Neuroimagen Avanzada: Equipos de Resonancia Magnética de Alto Campo (3T) y Estación PACS



Nota. OpenSide Panamá. Agosto 2025. <https://www.open-side.com/wp-content/uploads/2019/08/slider5.jpg>

Al reflexionar sobre estas características, resulta evidente que un servicio de resonancia magnética eficaz no se limita a producir imágenes nítidas, sino que funciona como un engranaje sistémico en el que cada elemento humano, tecnológico y organizacional cumple una función crítica. En la validación de protocolos para la detección temprana de Alzheimer, estos aspectos adquieren aún más relevancia, ya que cualquier debilidad en el proceso puede distorsionar los hallazgos e influir en la toma de decisiones clínicas.

La Clínica Open Side, al consolidar su plataforma técnica y su estructura organizativa, demuestra estar en condiciones de asumir con responsabilidad el reto de validar un protocolo

que contribuya significativamente a la salud pública desde el ámbito del diagnóstico temprano en neuroimagen.

2.4.2. Contexto Epidemiológico y Demográfico del Alzheimer en Panamá

La enfermedad de Alzheimer ha adquirido una relevancia creciente en Panamá debido al progresivo envejecimiento de la población y a la mayor expectativa de vida registrada en las últimas décadas. El incremento sostenido de la población adulta mayor ha generado un aumento en la incidencia y prevalencia de enfermedades neurodegenerativas, siendo el Alzheimer una de las más frecuentes y con mayor impacto social y económico.

Este panorama epidemiológico plantea desafíos para el sistema de salud panameño, que requiere estrategias diagnósticas tempranas y eficaces para responder a una demanda creciente de atención especializada.

Según Castillo (2023), en Panamá la tendencia demográfica evidencia un aumento significativo de la población mayor de 65 años, con proyecciones que estiman un crecimiento acelerado en los próximos veinte años. El autor señala que la prevalencia del Alzheimer en el país se encuentra en consonancia con los patrones observados en América Latina, donde las cifras oscilan entre el 5% y el 8% de la población mayor de 60 años.

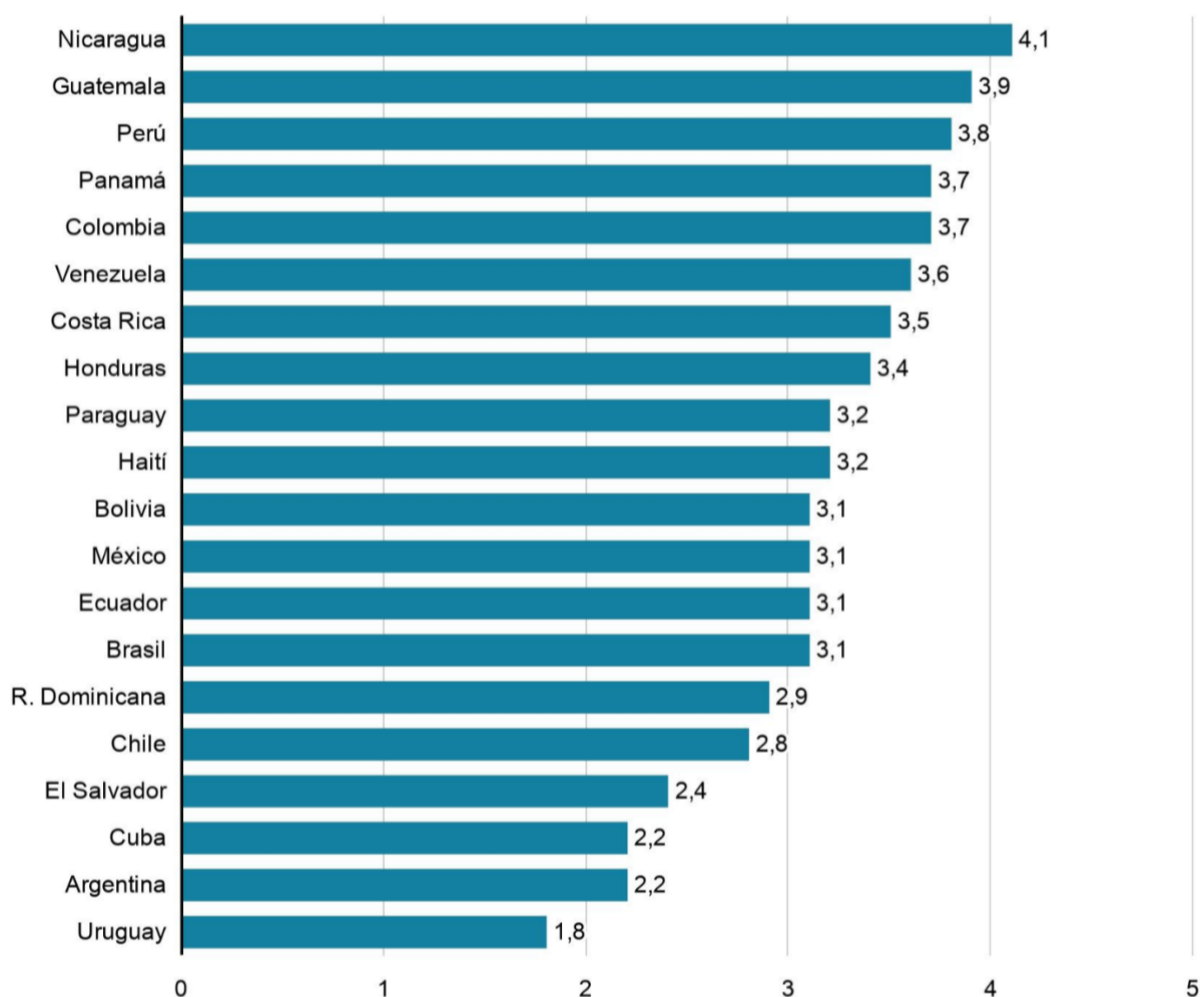
Esta situación exige la implementación de programas que fortalezcan la detección temprana, siendo la resonancia magnética una herramienta clave para identificar cambios estructurales en fases iniciales de la enfermedad.

En el plano epidemiológico, la enfermedad de Alzheimer en Panamá se caracteriza por un subregistro en los casos diagnosticados, debido a factores como el limitado acceso a especialistas en neurología y neuroimagen, la falta de programas de tamizaje estructurados y la escasa sensibilización comunitaria sobre la detección precoz.

A nivel demográfico, la distribución geográfica de la población adulta mayor revela una concentración significativa en áreas urbanas como Ciudad de Panamá, mientras que en áreas rurales la detección es menor debido a limitaciones en la infraestructura de diagnóstico. Esta realidad configura un escenario donde la validación de protocolos de resonancia magnética en centros especializados, como la Clínica Open Side, puede contribuir significativamente a mejorar las tasas de diagnóstico oportuno.

Figura 3. Aumento de la demencia en Latinoamérica para 2050

El valor indica por cuánto se estima que se multiplicarán los casos en cada país



Nota. Los países de América Latina en los que más aumentarán los casos de demencia.

<https://ichef.bbci.co.uk/news/1632/idt2/8add755d-6386-4726-a4c7-e557784c26cb/image/816>

Este contexto epidemiológico y demográfico permite entender que la magnitud del Alzheimer en Panamá no es únicamente un dato estadístico, sino una realidad que impacta familias, comunidades y recursos sanitarios.

La validación de protocolos de detección temprana en entornos clínicos específicos, respaldada por estudios como el presente, no solo tendrá relevancia técnica, sino también un profundo impacto social, contribuyendo a que más pacientes sean diagnosticados en etapas iniciales y cuenten con intervenciones que mejoren su calidad de vida y reduzcan la carga para el sistema de salud

2.4.2.1. Tendencias locales de prevalencia, factores de riesgo y desafíos en la detección precoz de la enfermedad

En Panamá, la prevalencia del Alzheimer refleja una tendencia en ascenso que se alinea con el incremento sostenido de la población adulta mayor y la mejora en la expectativa de vida. Este comportamiento epidemiológico está acompañado por un mayor reconocimiento de los factores de riesgo asociados, como la edad avanzada, los antecedentes familiares, las enfermedades cardiovasculares y los estilos de vida poco saludables.

Sin embargo, pese al aumento de casos, la detección precoz sigue siendo un desafío debido a limitaciones de acceso a tecnologías avanzadas de diagnóstico, desigualdad en la distribución de servicios y la escasa sensibilización sobre la importancia del diagnóstico temprano.

Según Jiménez (2020), la tendencia local de prevalencia del Alzheimer en Panamá no solo responde al envejecimiento poblacional, sino también a la interacción de factores genéticos y ambientales propios del país. Es de indicar que la identificación de los factores de riesgo permite focalizar estrategias preventivas, pero que estas se ven limitadas por la falta de protocolos estandarizados de detección precoz.

Además, es de señalar que la carencia de programas de tamizaje estructurados dificulta la identificación de casos en fases iniciales, momento en el que las intervenciones tienen mayor efectividad.

En la práctica local, los factores de riesgo del Alzheimer incluyen la hipertensión no controlada, la diabetes mellitus, la dislipidemia y la baja escolaridad, que en conjunto incrementan la vulnerabilidad de la población adulta mayor. Las tendencias de prevalencia muestran una mayor concentración de casos en zonas urbanas, aunque en áreas rurales el subregistro es significativo por la falta de diagnósticos confirmados.

Figura 4. Factores de Riesgo y Disparidades Geográficas en el Diagnóstico de Alzheimer en Panamá.



Nota. El alzheimer y pruebas que ayudan con su diagnóstico. <https://prensa.css.gob.pa/wp-content/uploads/2022/09/ALZHEIMER-Y-PRUEBA-DIAGNOSTICA-1-640x445.jpg>

Los desafíos en la detección precoz abarcan la limitada disponibilidad de especialistas en neuroimagen, la ausencia de programas comunitarios de educación y la poca accesibilidad a equipos de resonancia magnética de alta resolución, lo que genera brechas diagnósticas y retrasa intervenciones oportunas.

Estas tendencias y desafíos permiten comprender que la detección precoz del Alzheimer en Panamá requiere un enfoque integral que combine infraestructura tecnológica, capacitación profesional y estrategias de sensibilización comunitaria. En este sentido, la validación de protocolos de resonancia magnética en la Clínica Open Side no solo busca fortalecer la precisión diagnóstica, sino también contribuir a cerrar la brecha existente entre la prevalencia real y los casos detectados en fases tempranas, generando un impacto positivo tanto a nivel clínico como en salud pública.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de Investigación

La investigación se realizó bajo una modalidad cuantitativa de diseño no experimental, tipo campo, nivel descriptivo y de corte transversal.

La investigación se llevó a cabo con un enfoque cuantitativo, lo que implicó la utilización de datos objetivos y medibles que permitieron describir con precisión las características del proceso de validación de la resonancia magnética en la detección temprana del Alzheimer, sin recurrir a interpretaciones subjetivas. Este enfoque se combinó con un diseño no experimental, por lo cual no se manipularon variables independientes ni se aplicaron intervenciones, sino que se observó la dinámica diagnóstica tal como ocurre en su entorno clínico, sin intervenir sobre ella.

La investigación fue de tipo campo, dado que la recolección de la información se realizó directamente en la Clínica Open Side, lo que aseguró contacto directo con los profesionales participantes y facilitó obtener datos pertinentes y contextualizados. Asimismo, el estudio se enmarcó en un nivel descriptivo, orientado a detallar y caracterizar los aspectos relevantes del proceso sin pretender establecer relaciones causales ni hacer predicciones.

Finalmente, su corte fue transversal, puesto que la información se recogió en un momento único y definido, ofreciendo así una visión precisa de la situación en el periodo seleccionado, lo que permitió elaborar un diagnóstico claro sobre la práctica observada.

3.2. Unidades de Análisis

3.2.1. Población

De acuerdo con Tamayo y Tamayo (2020), la población se concibe como el conjunto íntegro de individuos, hechos o circunstancias que constituyen el interés principal de una investigación específica. Este conjunto abarca todas las unidades de análisis o segmentos

poblacionales que resultan apropiados para comprender el fenómeno en estudio y que deben ser observados o evaluados dentro del marco del trabajo.

La población se define por agrupar sujetos, registros o elementos que comparten una característica clave y significativa, distinguiéndose por incluir la totalidad de aquello que se desea investigar de forma minuciosa.

Es de enfatizar, que la población estará enmarcada por dos grupos de sujetos de estudio; el primero por: cuatro (4) profesionales de radiología, y; el segundo por: diez (10) pacientes mayores de 60 años de la Clínica Open Side.

3.2.2. Muestra

Según Bravo (2019), la muestra se define como una porción representativa extraída de una población o universo más amplio, que se selecciona con el objetivo de ser estudiada y comprendida detalladamente. Este grupo se elige de manera intencional para reflejar las características y atributos fundamentales del conjunto total, permitiendo que los hallazgos obtenidos puedan generalizarse y aplicarse de forma confiable a toda la población.

Para el presente estudio la muestra correspondió a cuatro (4) profesionales de radiología y diez (10) pacientes mayores de 60 años de la Clínica Open Side.

En este estudio, se aplicó la estrategia de muestreo por conveniencia, con la intención de incluir en la muestra a los radiólogos que voluntariamente accedieron a participar. Este método hizo posible reunir un colectivo representativo que permitió profundizar en el proceso de validación de la resonancia magnética utilizada para el diagnóstico temprano de Alzheimer en la Clínica Open Side.

a.- Criterio de Inclusión

- Profesionales en radiología e imágenes diagnósticas con experiencia mínima de dos años en la realización o interpretación de resonancia magnética cerebral.

- Pacientes con edad igual o superior a 60 años que cuenten con indicación médica para estudios de neuroimagen orientados a descartar o confirmar deterioro cognitivo inicial.
- Profesionales que presten servicios específicamente en la Clínica Open Side.
- Pacientes que otorguen su consentimiento informado por escrito para participar voluntariamente en el estudio.
- Informes de resonancia magnética que contemplen protocolos estandarizados de volumetría cerebral

b.- Criterio de Exclusión

- Profesionales que se encuentren en periodo de inducción, pasantía o práctica profesional sin licencia definitiva.
- Pacientes con diagnóstico previo confirmado de enfermedad de Alzheimer en fases moderadas o avanzadas.
- Casos en los que las imágenes de resonancia magnética presenten artefactos severos que impidan su adecuada interpretación.
- Participantes, tanto profesionales como pacientes, que se nieguen a completar el cuestionario de recolección de datos o retiren su consentimiento en cualquier momento.
- Pacientes con condiciones neurológicas concomitantes (tumores cerebrales, accidentes cerebrovasculares recientes) que puedan alterar significativamente la morfología cortical y sesgar los hallazgos.

3.3. Variables de la Investigación

Las variables de una investigación representan los elementos o características que se buscan reconocer, medir y analizar a lo largo del estudio. Estas variables expresan aspectos específicos del fenómeno objeto de análisis, manifiestan modificaciones o fluctuaciones y se relacionan de manera directa con los objetivos previamente establecidos (Hernández, Fernández y Baptista, 2019).

3.3.2. Definición Operacional

Tabla 1. Operacional de las Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Ítems
Sexo	Es la condición biológica que distingue a los seres humanos como masculinos o femeninos.	a) Masculino b) Femenino	1
Edad	Es el tiempo que ha transcurrido desde el nacimiento de una persona hasta la fecha actual.	a) Menos de 25 b) 25-34 años c) 35-44 años d) 45-54 años e) 55 años o más	2
Nivel académico	Corresponde al grado de formación educativa oficialmente alcanzado por un individuo.	a) Técnico b) Licenciatura c) Posgrado d) Maestría e) Doctorado	3
Años de experiencia	Es el periodo total durante el cual una persona ha ejercido su profesión de manera continua.	a) 3 Meses - 4 años b) 5 - 9 años c) 10 años o más	4

Validación	Es el proceso mediante el cual se verifica la calidad y confiabilidad de un procedimiento diagnóstico.	a) Sí b) No c) Explique	5, 6, 7
Resonancia Magnética	Es una técnica de imagen médica que produce representaciones detalladas del cerebro sin radiación.	a) Sí b) No c) Explique	8, 9, 10
Detección Temprana	Es la identificación de indicios iniciales de enfermedad antes de que se manifiesten clínicamente.	a) Sí b) No c) Explique	11, 12, 13
Alzheimer	Es un trastorno neurodegenerativo progresivo que afecta la memoria y otras funciones cognitivas.	a) Sí b) No c) Explique	14, 15, 16
Biomarcadores del Alzheimer	Indicadores biológicos que evidencian la presencia y progresión de la enfermedad, detectables mediante análisis clínicos o neuroimagen	Opciones politómicas	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
Cambios en imágenes y el riesgo clínico	Alteraciones visuales en neuroimagen que se asocian con mayor probabilidad de deterioro cognitivo futuro.	Opciones dicotómicas y politómicas	24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31
Sensibilidad y especificidad de la RM	Capacidad de la resonancia magnética para identificar correctamente casos verdaderos y excluir diagnósticos erróneos	Opciones politómicas	32, 33, 34, 35, 36

Nota. Elaboración Propia. (2025).

3.4. Consideraciones Éticas

El presente estudio será inscrito ante el Ministerio de Salud de Panamá y, posteriormente, pasará por la revisión y aprobación del Comité Nacional de Bioética. En ningún caso se solicitarán los nombres reales de los profesionales participantes ni se recogerán datos que posibiliten su identificación directa, dado que el informe final no requerirá información personal.

Para preservar la confidencialidad, se aplicará un sistema de codificación en una base de datos elaborada en Excel, donde se asignará un número único a cada participante, el cual permanecerá protegido de manera segura en el equipo de trabajo del investigador principal. Este mecanismo permitirá manejar la información sensible sin revelar identidades y, al mismo tiempo, evitará cualquier duplicación de registros.

Es importante mencionar que se solicitará el consentimiento informado de todos los radiólogos que accedan a participar, quienes tendrán plena libertad de decidir si desean ser parte del estudio o retirarse en cualquier momento, sin que esto conlleve consecuencias desfavorables. Cabe señalar que esta investigación no implicará riesgo alguno para los participantes, ya que se limitará a la recolección de percepciones y experiencias relacionadas con el proceso de validación de la resonancia magnética utilizada en la detección temprana de Alzheimer en adultos mayores.

La participación será totalmente voluntaria y gratuita, por lo que no se generará relación laboral ni se ofrecerán compensaciones económicas, más allá de la satisfacción de contribuir al fortalecimiento del conocimiento científico y la mejora de los procesos diagnósticos en neuroimagen.

Las acciones contempladas en el proyecto se ejecutarán con un alto sentido de responsabilidad y bajo estándares estrictos de ética y confidencialidad. Se protegerá la

información recopilada con absoluto respeto hacia los profesionales involucrados y se aplicarán íntegramente los principios promovidos por la Clínica Open Side y las autoridades sanitarias del país. Todos los documentos generados, incluyendo encuestas y registros preliminares, serán resguardados en un archivador con llave durante un periodo de cinco años, con acceso restringido exclusivamente a los investigadores debidamente acreditados en el estudio.

La confidencialidad se asegurará de manera permanente, observando los criterios éticos, legales y normativos vigentes. Los archivos derivados de la investigación serán almacenados con medidas de seguridad durante al menos cinco años posteriores a su finalización y, una vez cumplido ese plazo, se eliminarán conforme a las disposiciones legales aplicables.

La información recogida solo podrá ser consultada por los investigadores principales, el Comité de Bioética de Investigación y aquellas entidades que la normativa panameña autorice expresamente. La investigación se desarrollará respetando los principios éticos y legales que regulan la actividad científica, tales como la Declaración de Helsinki, el Informe Belmont, la Ley 81 de 2019 sobre Protección de Datos Personales, la Ley 68 de 2003 sobre derechos de los pacientes y la Ley 84 de 2019 sobre investigación en salud.

Asimismo, el proyecto cuenta con la certificación de Buenas Prácticas Clínicas del investigador responsable y se ajustará rigurosamente a los lineamientos contenidos en los códigos de ética nacionales y demás normativas aplicables.

3.5. Métodos para la recolección de los datos

3.5.1. Delimitación del o los Instrumentos

Para recopilar la información necesaria que permitiera conocer en profundidad el proceso de validación de la resonancia magnética en la detección temprana del Alzheimer,

se utilizó la técnica de la encuesta, empleando como herramienta un cuestionario estructurado, por su parte, se utilizó al técnico de la observación con su instrumento guía de observación.

Según Arias (2019), la encuesta es un método eficaz que facilita la recolección de datos de manera directa de los sujetos participantes en una investigación; y la guía de observación es un instrumento de recolección de datos estructurado que permite registrar información de manera sistemática durante un proceso de observación directa.

A través de las respuestas, en primer lugar, los profesionales en radiología aportaron información significativa sobre sus prácticas, percepciones y criterios relacionados con el uso de la resonancia magnética en este contexto. En segundo lugar, el registro de información de los pacientes permitirá consolidar la validación de la resonancia magnética para la detección temprana de Alzheimer. Cabe resaltar que la validez de constructo del cuestionario y la guía de observación fue evaluada por un especialista en metodología de la investigación, garantizando la claridad y la relevancia de cada uno de los ítems incluidos.

Este procedimiento permitió reunir de manera ordenada y sistemática una variedad de datos tanto individuales como colectivos, los cuales resultaron indispensables para analizar el proceso de validación aplicado a la identificación de cambios estructurales cerebrales en pacientes adultos mayores.

Además, permitió realizar un procesamiento cuantitativo de la información, que hizo posible valorar el fenómeno investigado a partir de la experiencia concreta de los radiólogos que participan en la atención especializada en neuroimagen. En este sentido, la encuesta permitió determinar con precisión las prácticas, protocolos y consideraciones empleadas durante la ejecución de los estudios diagnósticos en la Clínica Open Side durante el periodo comprendido entre julio y septiembre de 2025.

De este modo, la aplicación de estas herramientas ágiles y sencillas favoreció la obtención de datos confiables y claros de quienes intervienen directamente en la realización de las resonancias, permitiendo completarla en un plazo aproximado de dos semanas.

Antes de continuar, es importante señalar que la encuesta fue aplicada a cuatro (4) profesionales de radiología que forman parte del equipo de la Clínica Open Side. Para procesar la información obtenida a través del cuestionario, se empleó la estadística descriptiva como método de análisis. Conforme a lo planteado por Hernández, Fernández y Baptista (2019), esta disciplina se encarga de organizar, resumir y presentar la información de forma comprensible, mediante el uso de tablas, gráficos e indicadores estadísticos básicos.

La estadística descriptiva ofrece herramientas visuales y numéricas que permiten examinar detalladamente los datos recopilados, sin requerir inferencias hacia la totalidad de la población.

Con la finalidad de llevar a cabo un análisis claro y estructurado de los resultados, las respuestas obtenidas mediante Google Forms fueron procesadas con el programa Excel de Microsoft Office. Este software facilitó la gestión ordenada de la información, la construcción de tablas, la elaboración de gráficos interpretativos y la generación de resúmenes explicativos que reflejaron de manera precisa los hallazgos.

Dichas representaciones se consideraron esenciales para comprender a fondo los aspectos relacionados con la validación de la resonancia magnética aplicada al diagnóstico temprano del Alzheimer, favoreciendo una interpretación rigurosa y sustentada de la información recabada durante el estudio.

3.5.2. Validez o confiabilidad del o los Instrumentos.

Validez

La validez del instrumento fue determinada mediante la revisión de la supervisora académica y del asesor metodológico. En el campo investigativo, Hernández, Fernández y Baptista (2016) destacan que la validez constituye un elemento esencial en todo estudio, entendiéndose como la capacidad que posee un procedimiento para responder con precisión a los objetivos previamente definidos. Un cuestionario de recolección de datos se considera válido cuando evalúa de manera rigurosa el proceso de validación de la resonancia magnética orientado a la detección temprana del Alzheimer.

Este proceso de verificación abarcó diversas dimensiones, tales como la pertinencia de los contenidos, la coherencia conceptual, la validez predictiva y la solidez teórica que respalda su construcción. La validez no se reduce únicamente a la exactitud, sino que también implica la estabilidad y confiabilidad de la información obtenida, asegurando que los resultados sean claros y consistentes durante todo el desarrollo del estudio.

Confiabilidad

En el ámbito de la investigación, es esencial valorar tanto la pertinencia como la confiabilidad de las fuentes empleadas. Según Hernández, Fernández y Baptista (2016), la relevancia de una fuente se define por su capacidad de aportar datos significativos y directamente vinculados con el fenómeno investigado, mientras que su confiabilidad se sustenta en la precisión y veracidad de la información proporcionada.

En un contexto donde la información circula con rapidez y en grandes cantidades, resulta imprescindible aplicar criterios rigurosos de selección y análisis de las referencias, evitando depender únicamente del prestigio o trayectoria del autor.

Para garantizar la confiabilidad del presente estudio sobre validación de la resonancia magnética para la detección temprana de Alzheimer, se utilizó el método Alpha de Cronbach, orientado de manera específica a evaluar respuestas obtenidas mediante el instrumento de tipo dicotómico con opciones cerradas. Esta técnica asigna indicadores numéricos que permiten establecer con claridad el nivel de consistencia interna de los datos recopilados.

La aplicación de este procedimiento no solo confirma la coherencia de las respuestas, sino que además refuerza la solidez y validez de los hallazgos, asegurando conclusiones precisas y aplicables a investigaciones futuras en el campo de la neuroimagen diagnóstica.

Fórmula:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Dónde:

K: El número de ítems

Si2: Sumatoria de Varianzas de los Ítems

St2: Varianza de la suma de los Ítems

α : Coeficiente de Alfa de Cronbach

Ahora bien, la confiabilidad para el instrumento del presente estudio correspondiente a un coeficiente de **0,90**; en donde 0 es malo y 1 es óptimo, es de acotar que el instrumento aplicado es óptimo para determinar la problemática en estudio (Ver Apéndice F).

3.6. Procedimiento

Luego de recibir la autorización del Comité Nacional de Bioética de Panamá, se dará inicio al proceso de contacto con los profesionales en radiología para ofrecer una explicación detallada sobre la forma en que se llevará a cabo la recolección de datos en esta investigación.

Este procedimiento se basará en el empleo de técnicas de estadística descriptiva, que comprenden la organización, el análisis numérico y la representación gráfica de la información recopilada.

Estas herramientas serán esenciales para procesar y entender los datos obtenidos, permitiendo formular conclusiones fundamentadas sobre el proceso de validación de la resonancia magnética en la detección temprana de Alzheimer en pacientes adultos mayores atendidos en la Clínica Open Side.

Para estructurar y analizar la información recogida, se recurrirá a programas informáticos especializados. Microsoft Office Excel se empleará para diseñar bases de datos y realizar cálculos que aporten claridad al análisis estadístico de los resultados. Posteriormente, Microsoft Office Word se utilizará para confeccionar tablas, gráficos y esquemas visuales que representen de manera comprensible los principales hallazgos. Finalmente, toda la información será integrada en Word, donde se elaborará el informe final en un formato ordenado y coherente que refleje con fidelidad las evidencias recopiladas.

El proyecto, durante todo el proceso de convocatoria y participación voluntaria, velará por la protección integral de los participantes y el respeto irrestricto de sus derechos:

- Privacidad y consentimiento informado: Cada profesional involucrado recibirá información transparente sobre los objetivos del estudio, las acciones destinadas a proteger su identidad y el uso que se dará a los datos obtenidos. Se solicitará el consentimiento explícito antes de cualquier participación, destacando el compromiso con los principios éticos en la relación entre investigador y participante.
- Evaluación y actualización continua: Las directrices y procedimientos definidos serán revisados de forma constante y ajustados en función de los requerimientos que surjan

durante el desarrollo de la investigación, garantizando un proceso flexible y responsable.

Para aplicar la encuesta en el marco del estudio sobre la validación de la resonancia magnética en el diagnóstico temprano del Alzheimer, se seguirá una secuencia metodológica específica:

- Aplicación de la encuesta: Se diseñó el instrumento con el objetivo de identificar prácticas, percepciones y protocolos relacionados con la validación de esta técnica diagnóstica.
- Identificación del público objetivo: Se determinó la población participante, conformada por licenciados y técnicos en radiología que laboran en la Clínica Open Side de Panamá, seleccionados por su experiencia directa en la realización de estudios de neuroimagen en adultos mayores.
- Comunicación sobre la encuesta: Se elaborará un mensaje claro y conciso que explique el propósito del estudio, la importancia de la colaboración voluntaria, el tiempo estimado para responder y las garantías de anonimato y confidencialidad en el manejo de la información.
- Distribución de la encuesta: El cuestionario será difundido mediante la plataforma Google Forms, permitiendo a los participantes responder de manera voluntaria y remota durante el periodo establecido de julio a septiembre de 2025.
- Seguimiento de participación: La convocatoria se mantendrá abierta hasta alcanzar el tamaño de muestra definido, asegurando que todos los profesionales interesados puedan participar sin limitaciones de acceso ni de tiempo.

- Utilización de las respuestas: La información recopilada será esencial para cumplir los objetivos del estudio, aportando evidencia sobre las prácticas, retos y criterios asociados a la validación de la resonancia magnética, con la finalidad de generar recomendaciones dirigidas a optimizar la calidad diagnóstica y la seguridad del procedimiento.

CAPÍTULO IV. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. Presentación de los Resultados

En el ámbito de la investigación, la fase de análisis e interpretación de los datos se vuelve un momento decisivo, porque a partir de ella se responden las preguntas formuladas y se aborda de manera concreta el problema central del estudio. En esta etapa no basta con aplicar cualquier procedimiento, sino que resulta indispensable escoger con criterio los métodos de análisis y seleccionar las herramientas estadísticas que mejor se ajusten a los objetivos establecidos.

Namakforoosh (2016) concibe el análisis e interpretación de datos como el tratamiento sistemático de la información cuantitativa con la finalidad de derivar conclusiones significativas que orienten la toma de decisiones estratégicas. El autor subraya que los resultados deben ser válidos y confiables, atributos esenciales para quienes ejercen liderazgo y toman decisiones en contextos donde la abundancia de datos demanda habilidades críticas para discriminar, priorizar y usar la información relevante.

En consecuencia, la etapa de análisis e interpretación transforma los datos en bruto en información organizada y valiosa. Este proceso faculta al investigador para formular recomendaciones sustentadas en evidencia y apoyar decisiones informadas. Al incorporar métodos analíticos rigurosos, se procura que los hallazgos sean replicables, pertinentes y transferibles a escenarios reales, salvaguardando la utilidad, consistencia y aplicabilidad de los resultados obtenidos.

4.1.1. Cuestionario. Profesional de Radiología

La encuesta fue aplicada en la Clínica Open Side, el área de radiología para la fecha 13/10/2025.

En relación a la figura 5, la cual pretende reconocer el sexo del personal de radiología, se apreció que el 62% es masculino, por su parte el restante 38% es Femenino. En este orden de ideas, el análisis refleja una mayor representación masculina en el personal de radiología en comparación con la femenina. Esta diferencia puede influir en la dinámica laboral y en la percepción de riesgos asociados a la radiación, destacando la importancia de garantizar equidad y condiciones de seguridad adecuadas para ambos géneros en el entorno de trabajo.

Tabla 2.

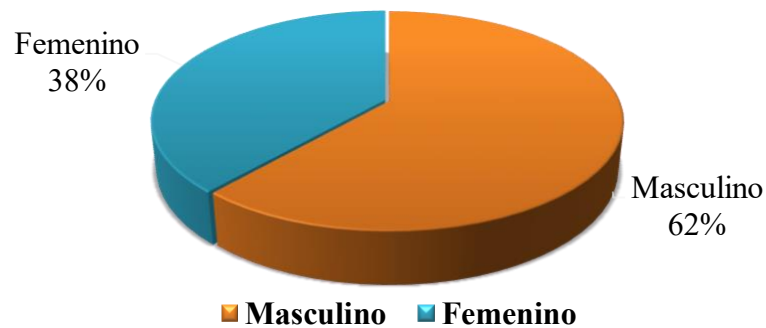
Sexo del personal de radiología.

CATEGORÍA	Nº	%
Masculino	4	62%
Femenino	0	38%
Totales	4	100%

Nota. Elaboración propia

Figura 5.

Sexo del personal de radiología.



Nota: Elaboración propia. Tabla N°2

En relación a la figura 6, la cual pretende reconocer la edad del personal de radiología, se apreció que el 75% tiene entre 35-44 años y el restante 25% 45-54 años. En este orden de ideas, el perfil etario del personal de radiología participante evidencia una concentración en rangos medios de edad, lo que sugiere una plantilla con experiencia consolidada y trayectoria profesional suficiente para emitir juicios técnicos sobre la utilidad de la resonancia magnética en el contexto del Alzheimer. Esta característica podría influir positivamente en la calidad de las valoraciones obtenidas durante el estudio.

Tabla 3.

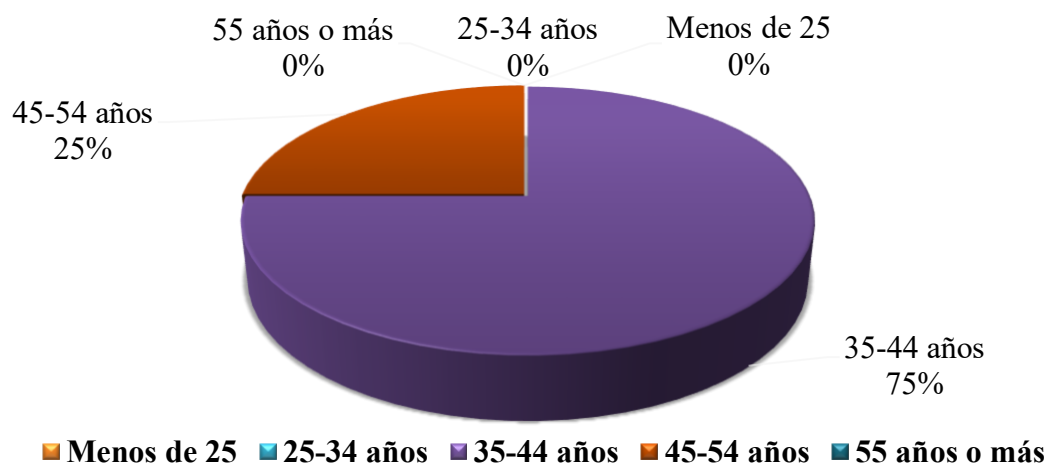
Edad del personal de radiología.

CATEGORÍA	Nº	%
Menos de 25	0	0%
25-34 años	0	0%
35-44 años	3	75%
45-54 años	1	25%
55 años o más	0	0%
Totales	4	100%

Nota. Elaboración propia

Figura 6.

Edad del personal de radiología.



Nota: Elaboración propia. Tabla N°3

En relación a la figura 7, la cual pretende determinar el nivel académico del personal de radiología se evidenció que el 75% es licenciado y el restante 25% es magister. Al respecto, el nivel académico del personal encuestado muestra una formación sólida y especializada, predominando profesionales con grado universitario y presencia de especialistas con estudios de posgrado. Este perfil académico favorece la comprensión técnica del proceso de validación y aporta mayor rigor a las respuestas obtenidas para el estudio.

Tabla 4.

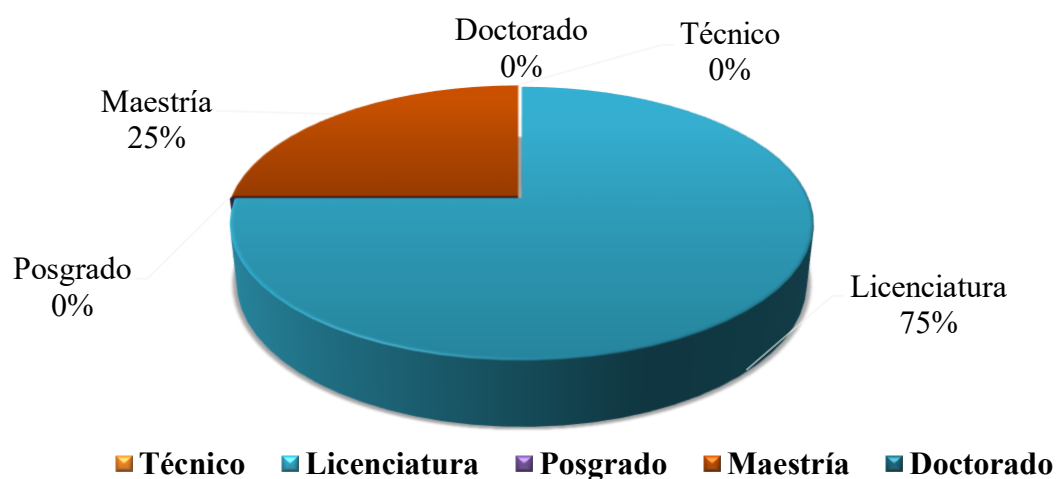
Nivel académico del personal de radiología.

CATEGORÍA	Nº	%
Técnico	0	0%
Licenciatura	3	75%
Posgrado	0	0%
Maestría	1	25%
Doctorado	0	0%
Totales	4	100%

Nota. Elaboración propia

Figura 7.

Nivel académico del personal de radiología.



Nota: Elaboración propia. Tabla N°4.

En relación con la figura 8, la cual pretende enfatizar los años de experiencia en radiología de la muestra de estudio, se enfatiza que el 100% tiene 10 años o más. En este sentido, la muestra analizada está conformada por profesionales con amplia trayectoria en radiología, lo que refleja un dominio consolidado de los procedimientos y un criterio técnico maduro. Este nivel de experiencia aporta solidez a las respuestas obtenidas y favorece una valoración más precisa del proceso de validación en resonancia magnética.

Tabla 5.

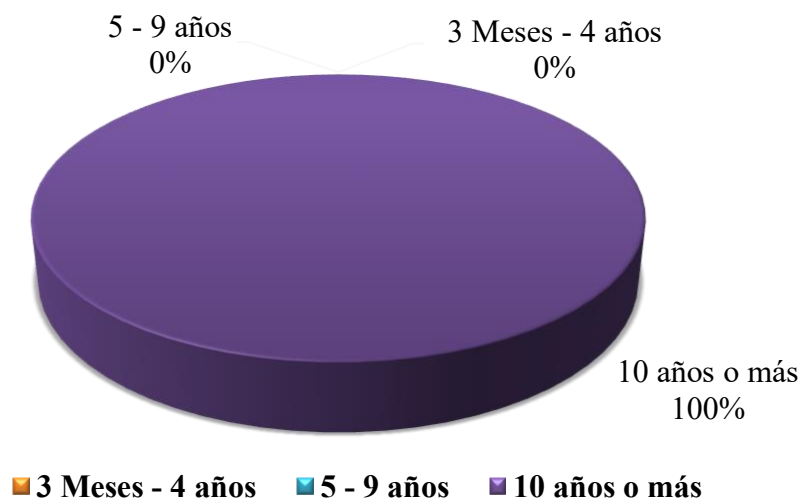
Años de Experiencia en Radiología.

CATEGORÍA	Nº	%
3 meses - 4 años	0	0%
5 - 9 años	0	0%
10 años o más	4	100%
Totales	4	100%

Nota. Elaboración propia

Figura 8.

Años de Experiencia en Radiología.



Nota: Elaboración propia. Tabla N°5.

Parte II. Preguntas sobre el proceso de Validación de Resonancia Magnética para la Detección Temprana de Alzheimer

En relación a la figura 9, la cual pretende reconocer el conocimiento actualizado sobre los protocolos de validación para la resonancia magnética en la detección temprana del Alzheimer, el 50% respondió que Sí y el 50% restante que No. Al respecto, esta disparidad sugiere una falta de consenso o actualización sistemática dentro del equipo profesional. Las opiniones recogidas indican que algunos se apoyan únicamente en la experiencia de los médicos radiólogos para interpretar hallazgos, mientras otros destacan que no existen protocolos definidos para esta patología, lo cual genera ambigüedad en la práctica clínica y limita la estandarización diagnóstica en contextos reales como el de la Clínica Open Side.

Tabla 6.

Conocimiento actualizado sobre los protocolos de validación para la resonancia magnética en la detección temprana del Alzheimer.

CATEGORÍA	Nº	%
Sí	2	50%
No	2	50%
Totales	4	100%

Nota. Elaboración propia

Figura 9.

Conocimiento actualizado sobre los protocolos de validación para la resonancia magnética en la detección temprana del Alzheimer.



Nota: Elaboración propia. Tabla N°6.

En relación con la figura 10, la cual pretende evidenciar si en la práctica habitual se cumplen adecuadamente los criterios técnicos y clínicos exigidos en el proceso de validación de estudios de resonancia magnética, el 75% respondió que Sí y el restante 25% lo contrario. La evidencia recolectada sugiere que en la práctica clínica de la Clínica Open Side se mantienen estándares adecuados en cuanto a los criterios técnicos y clínicos durante los estudios de resonancia magnética. Sin embargo, este cumplimiento parece estar condicionado por la presencia de profesionales con formación específica, como los neurorradiólogos, lo que refleja una posible dependencia del recurso humano altamente calificado más que de una estandarización institucional sólida.

Tabla 7.

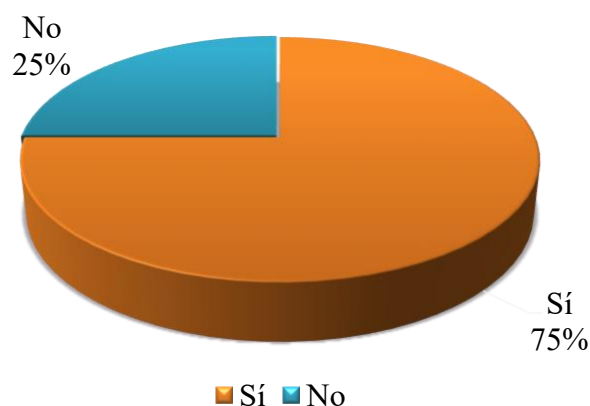
Criterios técnicos y clínicos exigidos en el proceso de validación de estudios de resonancia magnética.

CATEGORÍA	Nº	%
Sí	3	75%
No	1	25%
Totales	4	100%

Nota. Elaboración propia

Figura 10.

Criterios técnicos y clínicos exigidos en el proceso de validación de estudios de resonancia magnética.



Nota: Elaboración propia. Tabla N°7.

En búsqueda de reconocer si se percibe la importancia de la validación de los procedimientos de resonancia magnética es reconocida y priorizada dentro de su área laboral, el 75% respondió que Sí y el restante 25% lo contrario. Al respecto, el análisis introspectivo de los resultados permite advertir que, dentro del entorno laboral radiológico, persiste una conciencia creciente sobre la necesidad de validar correctamente los procedimientos de resonancia magnética, especialmente en diagnósticos complejos como el Alzheimer. Esta percepción se fortalece con la constante actualización tecnológica y técnica del personal, quienes reconocen el valor de garantizar procesos estandarizados y confiables en beneficio del diagnóstico temprano. Sin embargo, persisten algunas posturas que subestiman dicha validación, lo que revela brechas que aún requieren ser analizadas críticamente dentro de la práctica profesional.

Tabla 8.

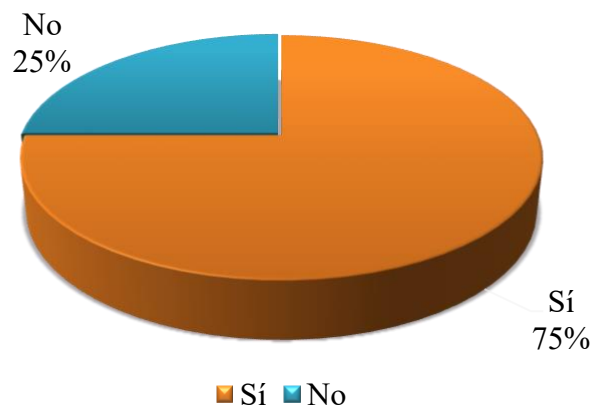
Validación de los procedimientos de resonancia magnética.

CATEGORÍA	Nº	%
Sí	3	75%
No	1	25%
Totales	4	100%

Nota. Elaboración propia

Figura 11.

Validación de los procedimientos de resonancia magnética.



Nota: Elaboración propia. Tabla N°8.

En relación con la figura 12, la cual pretende reconocer si la resonancia magnética se utiliza con frecuencia en estudios de neuroimagen dirigidos a la evaluación de deterioro cognitivo temprano, el 100% respondió que Sí. Al respecto, el resultado refleja una práctica ampliamente consolidada dentro del campo de la resonancia magnética, donde su uso frecuente para estudios de neuroimagen orientados a evaluar deterioro cognitivo temprano es incuestionable. Los especialistas participantes demostraron dominio técnico y una alta familiaridad con esta herramienta, lo que reafirma su valor clínico en la identificación precoz de alteraciones neurológicas asociadas al Alzheimer. Esta postura unificada denota un grado avanzado de especialización y compromiso con la detección oportuna mediante tecnología de imagen de alta precisión.

Tabla 9.

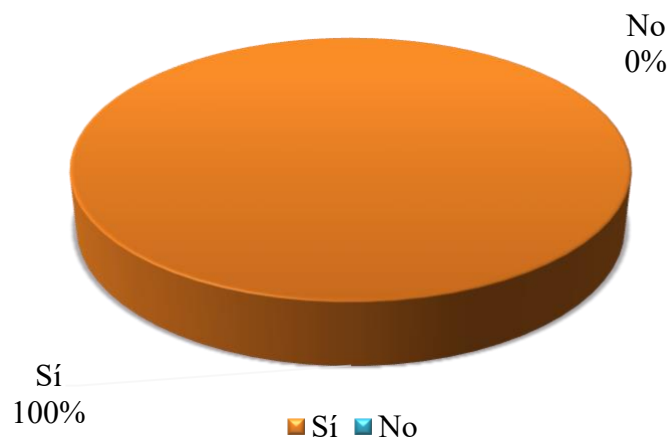
Estudios de neuroimagen dirigidos a la evaluación de deterioro cognitivo temprano.

CATEGORÍA	Nº	%
Sí	4	100%
No	0	0%
Totales	4	100%

Nota. Elaboración propia

Figura 12.

Estudios de neuroimagen dirigidos a la evaluación de deterioro cognitivo temprano.



Nota: Elaboración propia. Tabla N°9.

En relación con la figura 13, la cual pretende reconocer si se posee un dominio suficiente de las secuencias cerebrales específicas aplicadas para detectar cambios estructurales iniciales en Alzheimer, el 50% respondió que Sí y el restante 50% lo contrario. En este sentido, el análisis introspectivo de este resultado refleja una división significativa en cuanto al dominio técnico sobre secuencias cerebrales específicas para detectar signos estructurales iniciales del Alzheimer. Algunos encuestados revelan una preparación adecuada, en consonancia con el avance progresivo de la modalidad y la integración rutinaria de protocolos cerebrales. Sin embargo, otros manifiestan limitaciones formativas, lo cual pone en evidencia la necesidad de una constante actualización frente a una técnica que evoluciona con rapidez y requiere habilidades refinadas para su correcta interpretación diagnóstica.

Tabla 10.

Dominio de las secuencias cerebrales específicas para detectar cambios estructurales iniciales en Alzheimer.

CATEGORÍA	Nº	%
Sí	2	50%
No	2	50%
Totales	4	100%

Nota. Elaboración propia

Figura 13.

Dominio de las secuencias cerebrales específicas para detectar cambios estructurales iniciales en Alzheimer.



Nota: Elaboración propia. Tabla N°10.

En relación con la figura 14, la cual pretende reconocer si la calidad de las imágenes obtenidas en la clínica es óptima para sustentar diagnósticos precoces con fiabilidad, el 100% respondió que Sí. En este sentido, El resultado evidencia una percepción uniforme respecto a la excelencia técnica en la obtención de imágenes por resonancia magnética en la clínica evaluada. Los participantes destacan que tanto la calidad visual como los parámetros diagnósticos cumplen con los estándares exigidos para apoyar con fiabilidad la detección temprana del Alzheimer. Este nivel de precisión es atribuido a la combinación entre equipos de última generación y personal especializado comprometido con la optimización del diagnóstico por imágenes.

Tabla 11.

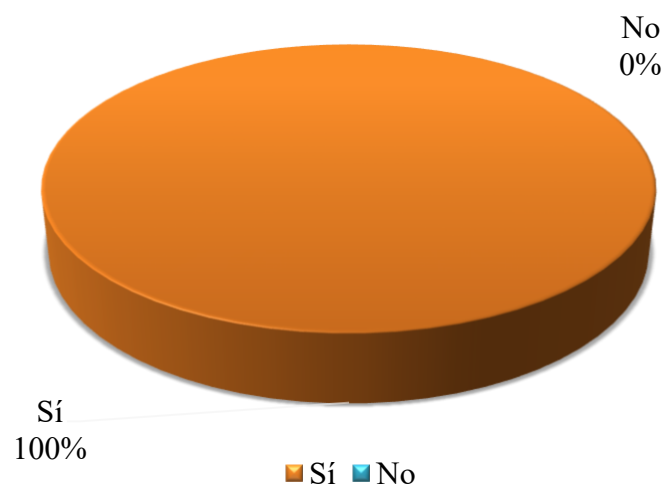
Calidad de las imágenes obtenidas para sustentar diagnósticos precoces con fiabilidad.

CATEGORÍA	Nº	%
Sí	4	100%
No	0	0%
Totales	4	100%

Nota. Elaboración propia

Figura 14.

Calidad de las imágenes obtenidas para sustentar diagnósticos precoces con fiabilidad.



Nota: Elaboración propia. Tabla N°11.

En relación con la figura 15, la cual pretende reconocer si se está familiarizado con los principales beneficios clínicos de identificar de forma temprana signos de Alzheimer mediante resonancia magnética, el 50% respondió que Sí y el restante 50% lo contrario. En este sentido, esta disparidad evidencia que, a pesar de contar con recursos diagnósticos avanzados, no todos los profesionales han interiorizado el impacto que un diagnóstico temprano puede tener en la calidad de vida del paciente. El comentario de los encuestados sugiere que algunos comprenden que actuar a tiempo podría enlentecer la progresión de la enfermedad, sin embargo, otros parecen no tener aún una conciencia plena del valor clínico que esta herramienta puede aportar.

Tabla 12.

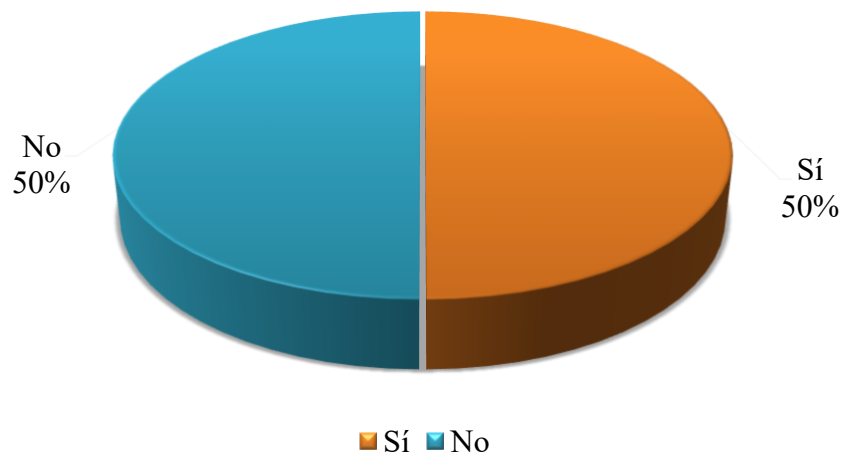
Principales beneficios clínicos al identificar de forma temprana signos de Alzheimer.

CATEGORÍA	Nº	%
Sí	2	50%
No	2	50%
Totales	4	100%

Nota. Elaboración propia

Figura 15.

Principales beneficios clínicos al identificar de forma temprana signos de Alzheimer.



Nota: Elaboración propia. Tabla N°12.

En relación con la figura 16, la cual pretende reconocer si se les otorga la suficiente relevancia a los estudios preventivos de resonancia magnética en pacientes con riesgo de deterioro cognitivo, el 100% respondió que No. Este análisis expone una ausencia total de relevancia otorgada a los estudios preventivos de resonancia magnética en pacientes con riesgo de deterioro cognitivo, lo cual es preocupante considerando el valor de la intervención temprana. Esta percepción compartida sugiere una subestimación del papel de la imagenología en fases iniciales, dejando ver que el abordaje diagnóstico tiende a aplicarse cuando el Alzheimer ya ha progresado de forma considerable. La opinión de los encuestados refuerza esta visión, al señalar que en muchos casos el diagnóstico llega tarde, lo que limita significativamente las posibilidades de un manejo clínico oportuno y eficaz.

Tabla 13.

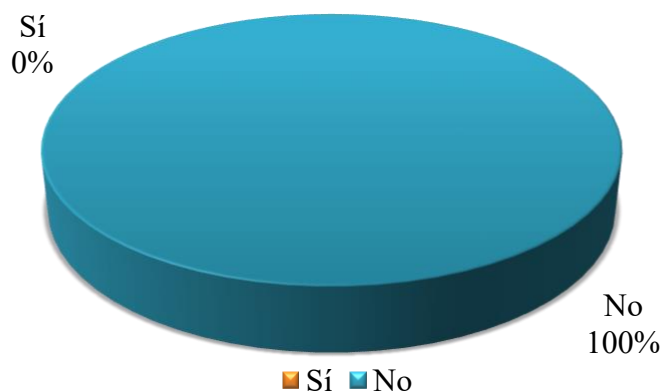
Relevancia a estudios preventivos de resonancia magnética en pacientes con riesgo de deterioro cognitivo.

CATEGORÍA	Nº	%
Sí	0	0%
No	4	100%
Totales	4	100%

Nota. Elaboración propia

Figura 16.

Relevancia a estudios preventivos de resonancia magnética en pacientes con riesgo de deterioro cognitivo.



Nota: Elaboración propia. Tabla N°13.

En relación con la figura 17, la cual pretende reconocer si se cuenta con experiencia práctica en la identificación de atrofia inicial u otros biomarcadores estructurales en estudios de neuroimagen, el 100% respondió que Sí. Al respecto, el hallazgo evidencia que los participantes cuentan con experiencia práctica en la identificación de atrofia cerebral inicial y biomarcadores estructurales mediante neuroimagen, lo cual refleja un dominio técnico consolidado en esta área. Este resultado coincide con la afirmación de los encuestados al señalar que dichas tareas forman parte de su rutina diaria, lo que sugiere que el personal involucrado posee una capacitación sólida en los protocolos específicos de resonancia magnética asociados al Alzheimer.

Tabla 14.

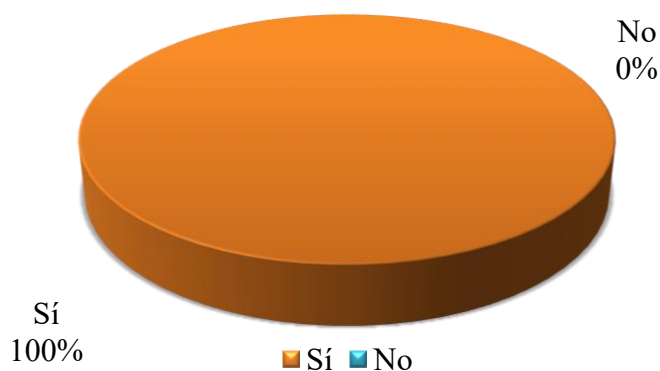
Experiencia en identificación de atrofia inicial u otros biomarcadores estructurales en estudios de neuroimagen.

CATEGORÍA	N°	%
Sí	4	100%
No	0	0%
Totales	4	100%

Nota. Elaboración propia

Figura 17.

Experiencia en identificación de atrofia inicial u otros biomarcadores estructurales en estudios de neuroimagen.



Nota: Elaboración propia. Tabla N°14.

En relación con la tabla 15, la cual pretende reconocer si se considera familiarizado con los criterios radiológicos que describen las etapas iniciales de la enfermedad de Alzheimer, el 50% respondió que Sí y el restante 50% lo contrario. Al respecto, el resultado refleja una notable división en cuanto al dominio de los criterios radiológicos asociados a las etapas iniciales del Alzheimer, lo cual indica una disparidad formativa entre los profesionales. Esta situación puede relacionarse con el carácter dinámico de la literatura científica en neuroimagen, lo que obliga a una actualización continua, como lo expresó uno de los encuestados. La falta de uniformidad en este conocimiento podría comprometer la precisión en la identificación precoz de la enfermedad y resalta la importancia de fortalecer las competencias específicas dentro del equipo técnico.

Tabla 15.

Criterios radiológicos que describen las etapas iniciales de la enfermedad de Alzheimer.

CATEGORÍA	Nº	%
Sí	2	50%
No	2	50%
Totales	4	100%

Nota. Elaboración propia

Figura 18.

Criterios radiológicos que describen las etapas iniciales de la enfermedad de Alzheimer.



Nota: Elaboración propia. Tabla N°15.

En relación a la figura 19, la cual pretende reconocer si ha recibido formación reciente o actualización sobre los avances en neuroimagen relacionados con la detección temprana de Alzheimer, el 100% respondió que No. En este sentido, el hallazgo evidencia una ausencia total de actualización reciente en neuroimagen aplicada al Alzheimer entre los participantes, lo cual resulta preocupante dada la velocidad con la que evolucionan las tecnologías diagnósticas. Esta carencia formativa podría limitar la capacidad del personal para aplicar protocolos innovadores o interpretar hallazgos emergentes, afectando así la precisión en la detección temprana. El reconocimiento explícito de la falta de información actual por parte de los encuestados refuerza la percepción de una brecha formativa que impacta directamente la calidad del abordaje radiológico.

Tabla 16.

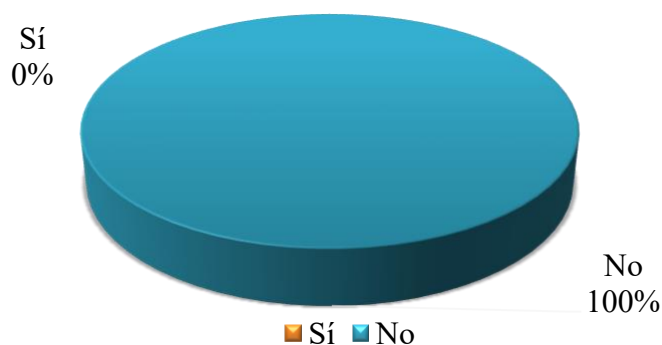
Formación sobre los avances en neuroimagen relacionados con la detección temprana de Alzheimer.

CATEGORÍA	Nº	%
Sí	0	0%
No	4	100%
Totales	4	100%

Nota. Elaboración propia

Figura 19.

Formación sobre los avances en neuroimagen relacionados con la detección temprana de Alzheimer.



Nota: Elaboración propia. Tabla N°16.

En relación a la figura 20, la cual pretende reconocer si la resonancia magnética tiene un valor decisivo como herramienta diagnóstica en la identificación precoz de Alzheimer, el 50% respondió que Sí y el restante 50% lo contrario. En este sentido, el resultado expone una clara división en cuanto al reconocimiento del valor diagnóstico de la resonancia magnética en fases tempranas del Alzheimer, lo que sugiere una percepción ambigua entre los profesionales. Mientras algunos destacan las ventajas tecnológicas actuales para visualizar estructuras cerebrales con mayor precisión, otros evidencian escepticismo respecto a la capacidad real de la imagen para detectar la enfermedad precozmente. Esta dualidad revela no solo disparidad en el nivel de conocimiento técnico, sino también una posible falta de consenso clínico sobre la utilidad definitiva del método en etapas iniciales.

Tabla 17.

La resonancia magnética como valor decisivo en el diagnóstico precoz de Alzheimer.

CATEGORÍA	Nº	%
Sí	2	50%
No	2	50%
Totales	4	100%

Nota. Elaboración propia

Figura 20.

La resonancia magnética como valor decisivo en el diagnóstico precoz de Alzheimer.



Nota: Elaboración propia. Tabla N°17.

4.1.2. Guía de Observación. Paciente

Una vez finalizado la lista de observación y siendo con esta referencia a la Identificación de los biomarcadores del Alzheimer en secuencias de RM ya realizadas; se apreció lo siguiente:

- Al reconocer el Protocolo de RM Utilizado, se apreció en los pacientes, lo siguiente:
30% con 3D T1 + FLAIR; 70% con T1 + T2
- Al reconocer los Hallazgos T1W, se apreció en los pacientes, lo siguiente: 30% Sin atrofia; 50% con Atrofia leve; 20% con Atrofia severa
- Al reconocer los Hallazgos T2W / FLAIR, se apreció en los pacientes, lo siguiente:
20% Sin lesiones; 30% con Leucoaraiosis discreta; 40% con Leucoaraiosis moderada;
10% con Lesiones extensas
- Al reconocer los Hallazgos SWI / GRE, se apreció en los pacientes, lo siguiente: 90% Ninguna; 10% 1–2 microhemorragias
- Al reconocer el Volumen Hipocampal Izquierdo (mm^3), se apreció en los pacientes, lo siguiente: 30% >3000 ; 40% 2500–2999; 30% <2000
- Al reconocer el Volumen Hipocampal Derecho (mm^3), se apreció en los pacientes, lo siguiente: 30% >3000 ; 40% 2500–2999; 30% <2000
- Al reconocer el Diagnóstico Radiológico (RIS), se apreció en los pacientes, lo siguiente:
 - 40% Normal; 20% Probable Alzheimer; 40% Otra demencia.

Partiendo de los resultados apreciado, se puede inferir que, el reconocimiento del protocolo de secuencias aplicadas en los estudios analizados evidencia una marcada preferencia por técnicas convencionales, lo que limita la posibilidad de detectar con mayor

precisión los patrones característicos del deterioro cognitivo temprano. Este aspecto sugiere una práctica centrada en rutinas diagnósticas que no siempre incorporan secuencias más sensibles como la 3D T1 combinada con FLAIR, lo que puede comprometer la capacidad de identificar biomarcadores estructurales sutiles. Esta elección metodológica refleja una brecha entre el potencial tecnológico disponible y el enfoque operativo rutinario en la evaluación de trastornos neurodegenerativos.

En cuanto a los hallazgos morfológicos, se observaron variaciones notables en la presencia de atrofia cerebral y leucoaraiosis, siendo estos signos claves en la sospecha diagnóstica de deterioro progresivo. Las diferencias entre los volúmenes hipocampales izquierdo y derecho revelan patrones de pérdida neuronal que podrían ser compatibles con deterioros específicos, aunque no siempre relacionados exclusivamente con Alzheimer, lo que plantea un desafío en la delimitación diagnóstica radiológica. Esta heterogeneidad de hallazgos reafirma la necesidad de integrar múltiples criterios estructurales para lograr una valoración más completa del estado neuroanatómico.

Por último, al contrastar los indicadores estructurales con los diagnósticos reportados, se percibe una dispersión diagnóstica significativa, donde un número importante de casos clasifica como normales o asociados a otras demencias distintas del Alzheimer. Esto puede indicar tanto limitaciones en la precisión diagnóstica del método aplicado como también dificultades en la interpretación sistemática de biomarcadores específicos. En conjunto, estos resultados cuestionan el nivel de estandarización de los criterios radiológicos y reafirman la complejidad de utilizar exclusivamente la resonancia magnética como herramienta concluyente en fases tempranas del Alzheimer.

Tabla 18.

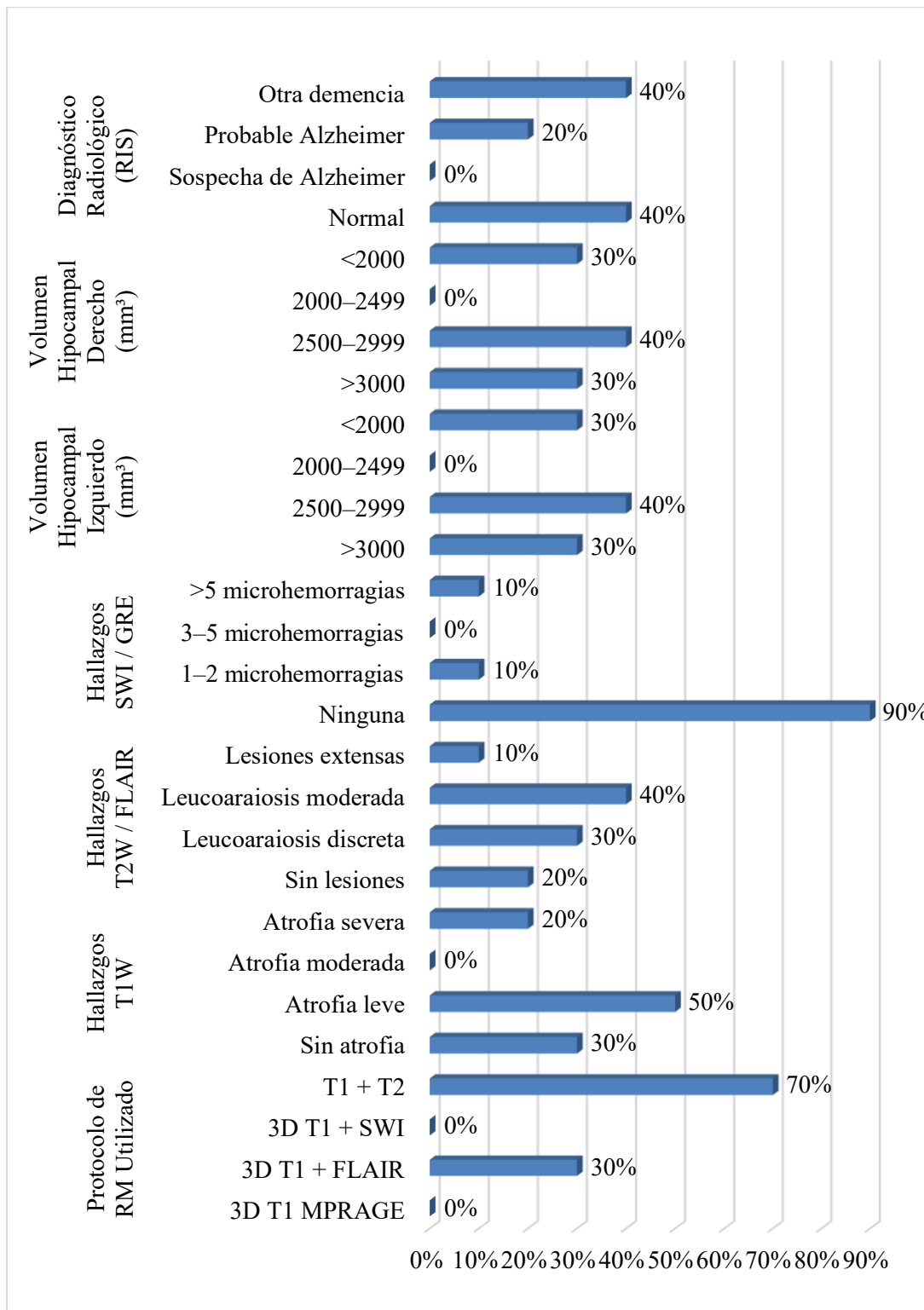
Identificación de los biomarcadores del Alzheimer en secuencias de RM ya realizadas.

N	Campo	Tipo de Dato	Respuesta	
			N°	%
1	Protocolo de RM Utilizado	3D T1 MPRAGE	0	0%
		3D T1 + FLAIR	3	30%
		3D T1 + SWI	0	0%
		T1 + T2	7	70%
		Total	10	100%
2	Hallazgos T1W	Sin atrofia	3	30%
		Atrofia leve	5	50%
		Atrofia moderada	0	0%
		Atrofia severa	2	20%
		Total	10	100%
3	Hallazgos T2W / FLAIR	Sin lesiones	2	20%
		Leucoaraiosis discreta	3	30%
		Leucoaraiosis moderada	4	40%
		Lesiones extensas	1	10%
		Total	10	100%
4	Hallazgos SWI / GRE	Ninguna	9	90%
		1–2 microhemorragias	1	10%
		3–5 microhemorragias	0	0%
		>5 microhemorragias	0	0%
		Total	10	100%
5	Volumen Hipocampal Izquierdo (mm ³)	>3000	3	30%
		2500–2999	4	40%
		2000–2499	0	0%
		<2000	3	30%
		Total	10	100%
6	Volumen Hipocampal Derecho (mm ³)	>3000	3	30%
		2500–2999	4	40%
		2000–2499	0	0%
		<2000	3	30%
		Total	10	100%
7	Diagnóstico Radiológico (RIS)	Normal	4	40%
		Sospecha de Alzheimer	0	0%
		Probable Alzheimer	2	20%
		Otra demencia	4	40%
		Total	10	100%

Nota. Elaboración propia (2025)

Figura 21.

Identificación de los biomarcadores del Alzheimer en secuencias de RM ya realizadas.



Nota: Elaboración propia. Tabla N°18.

Una vez finalizado la lista de observación, y siendo con esta referencia a la Correlación entre los cambios en imágenes y el riesgo clínico de desarrollo de Alzheimer, se apreció lo siguiente:

- Al reconocer la Edad del Paciente, se apreció lo siguiente: 10% menor a <65 años; 30% entre 65–69 años; 30% entre 70–75 años; 30% mayor >75 años
- Al reconocer el Sexo del Paciente, se apreció lo siguiente: 60% Masculino; 40% Femenino
- Al reconocer el Nivel Educativo del Paciente, se apreció lo siguiente: 80% Secundaria completa; 20% Universitaria completa
- Al reconocer la Historia Familiar de Alzheimer del Paciente, se apreció lo siguiente: 10% Sí; el 90% No.
- Al reconocer el Diagnóstico Clínico Preliminar del Paciente, se apreció lo siguiente: 20% Asintomático; 70% Deterioro Cognitivo Leve; 10% Probable Alzheimer; 10% Alzheimer Confirmado
- Al reconocer la Puntuación MMSE del Paciente, se apreció lo siguiente: 30% >26 (Normal); 50% 21–26 (Deterioro leve); 20% 11–20 (Deterioro moderado)
- Al reconocer la Puntuación MoCA del Paciente, se apreció lo siguiente: 30% >26 (Normal); 50% 21–26 (Deterioro leve); 20% 11–20 (Deterioro moderado)
- Al reconocer la Evolución Clínica (Seguimiento) del Paciente, se apreció lo siguiente: 50% Sin cambios clínicos; 30% Progresión leve; 20% Progresión moderada

Partiendo de los resultados apreciados, se puede inferir que, la caracterización clínica y demográfica de los pacientes evaluados sugiere que la mayoría se encuentra en una etapa etaria vinculada a un mayor riesgo de deterioro cognitivo, lo cual coincide con el perfil típico

de aparición del Alzheimer. No obstante, el predominio de individuos sin antecedentes familiares aparentes revela una posible subestimación de factores genéticos o una falta de información previa confirmada, lo que podría limitar la precisión del riesgo clínico al momento de relacionarlo con hallazgos radiológicos.

Al comparar las puntuaciones cognitivas con los diagnósticos preliminares, es evidente que los marcadores clínicos ya presentan deterioro leve o moderado, aun en pacientes que inicialmente fueron considerados asintomáticos. Esta disonancia entre el estado clínico reportado y las pruebas objetivas como MMSE o MoCA plantea interrogantes sobre la sensibilidad de los sistemas de registro clínico para identificar signos tempranos y, a su vez, resalta la necesidad de una correlación más sólida con la neuroimagen.

Por otro lado, el seguimiento clínico muestra una evolución variable, lo cual pone en evidencia que la progresión del deterioro no se manifiesta de manera uniforme, ni siquiera en aquellos con hallazgos compatibles por resonancia magnética. Esto refuerza la complejidad inherente al proceso diagnóstico temprano del Alzheimer y cuestiona la capacidad de una única herramienta para anticipar de forma concluyente el desarrollo clínico de la enfermedad, especialmente cuando se observan diferencias entre los cambios estructurales cerebrales y la expresión funcional en los pacientes.

Tabla 19.

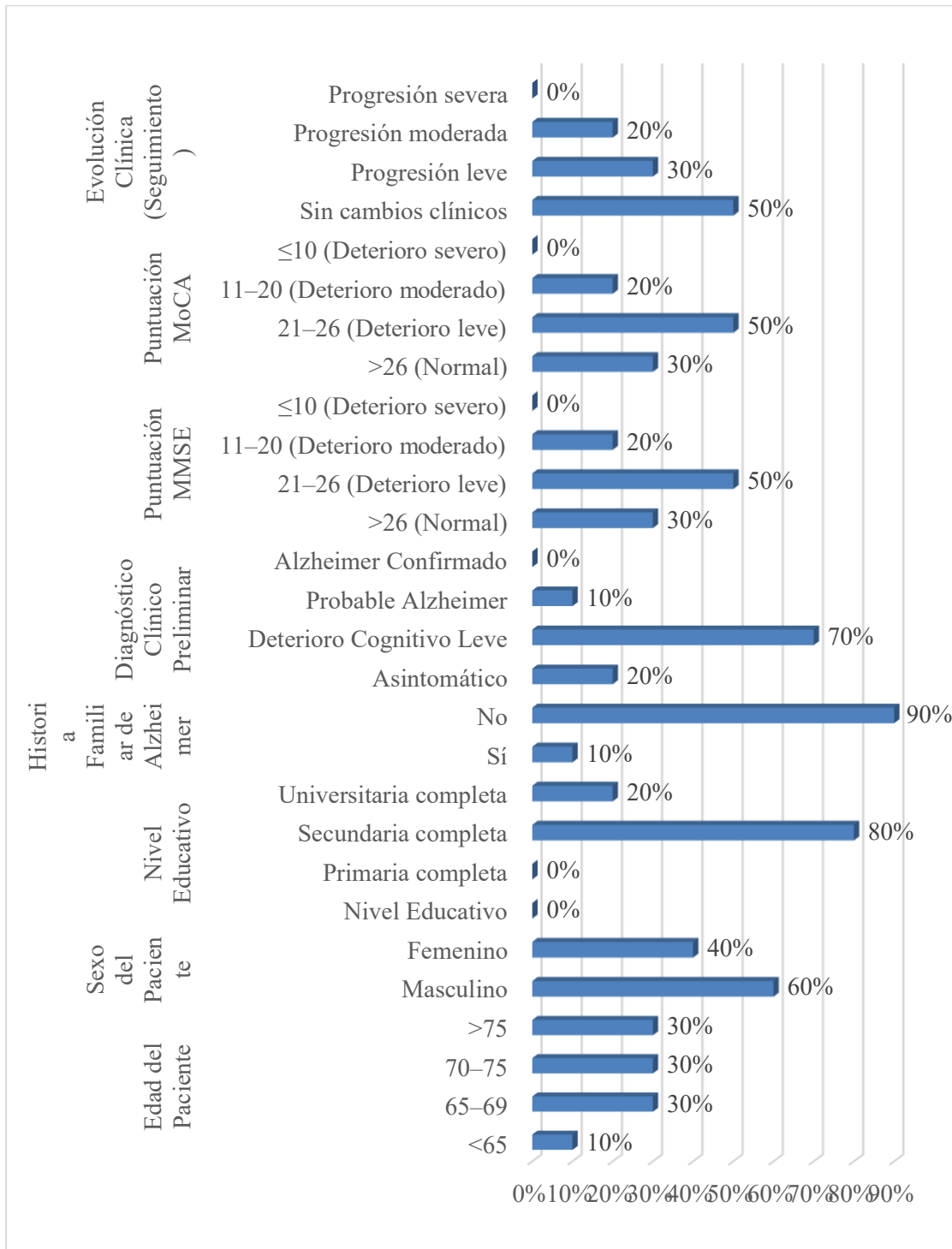
Correlación entre los cambios en imágenes y el riesgo clínico de desarrollo de Alzheimer.

N	Campo	Tipo de Dato	Respuesta	
			N	%
1	Edad del Paciente	<65	1	10%
		65–69	3	30%
		70–75	3	30%
		>75	3	30%
		Total	10	100%
2	Sexo del Paciente	Masculino	6	60%
		Femenino	4	40%
		Total	10	100%
3	Nivel Educativo	Nivel Educativo	0	0%
		Primaria completa	0	0%
		Secundaria completa	8	80%
		Universitaria completa	2	20%
		Total	10	100%
4	Historia Familiar de Alzheimer	Sí	1	10%
		No	9	90%
		Total	10	100%
5	Diagnóstico Clínico Preliminar	Asintomático	2	20%
		Deterioro Cognitivo Leve	7	70%
		Probable Alzheimer	1	10%
		Alzheimer Confirmado	0	0%
		Total	10	100%
6	Puntuación MMSE	>26 (Normal)	3	30%
		21–26 (Deterioro leve)	5	50%
		11–20 (Deterioro moderado)	2	20%
		≤10 (Deterioro severo)	0	0%
		Total	10	100%
7	Puntuación MoCA	>26 (Normal)	3	30%
		21–26 (Deterioro leve)	5	50%
		11–20 (Deterioro moderado)	2	20%
		≤10 (Deterioro severo)	0	0%
		Total	10	100%
8	Evolución Clínica (Seguimiento)	Sin cambios clínicos	5	50%
		Progresión leve	3	30%
		Progresión moderada	2	20%
		Progresión severa	0	0%
		Total	10	100%

Nota. Elaboración propia (2025)

Figura 22.

Correlación entre los cambios en imágenes y el riesgo clínico de desarrollo de Alzheimer.



Nota: Elaboración propia. Tabla N°19.

Una vez finalizado la Sensibilidad y especificidad de la RM frente a otros métodos de diagnóstico; se apreció lo siguiente:

- Al reconocer el Método Diagnóstico Tradicional Aplicado, se apreció en los pacientes, lo siguiente: 30% PET cerebral; 70% Test neuropsicológico MMSE
- Al reconocer el Resultado del Método Tradicional, se apreció en los pacientes, lo siguiente: 40% Positivo; 20% Negativo; 20% Indeterminado; 20% No realizado
- Al reconocer la Comparación con Método Tradicional, se apreció en los pacientes, lo siguiente: 50% Concordante; 30% Discordante; 20% No evaluable

Partiendo de los resultados apreciados, se puede inferir que, la presencia de métodos diagnósticos previos en el abordaje del Alzheimer, como el PET cerebral y las pruebas neuropsicológicas, evidencia una práctica clínica que aún privilegia herramientas funcionales y cognitivas por encima de la imagen estructural. Sin embargo, al cruzar esta referencia con los resultados obtenidos, se revela que dichos métodos no siempre ofrecen resultados concluyentes, lo cual plantea una interrogante sobre su eficacia diagnóstica real en fases iniciales de la enfermedad.

El comportamiento mixto de los resultados tradicionales, que oscilan entre positivos, negativos, indeterminados y no realizados, pone en evidencia una posible falta de sistematización diagnóstica, así como un margen de error que podría estar afectando la precisión en el abordaje clínico temprano. Este escenario reafirma la complejidad del diagnóstico del Alzheimer y la necesidad de múltiples fuentes de confirmación, aunque no todas ofrecen la misma capacidad de detección estructural o funcional.

Finalmente, la comparación directa entre los hallazgos de RM y los métodos tradicionales refleja tanto concordancia como discrepancias clínicas.

Tabla 20.

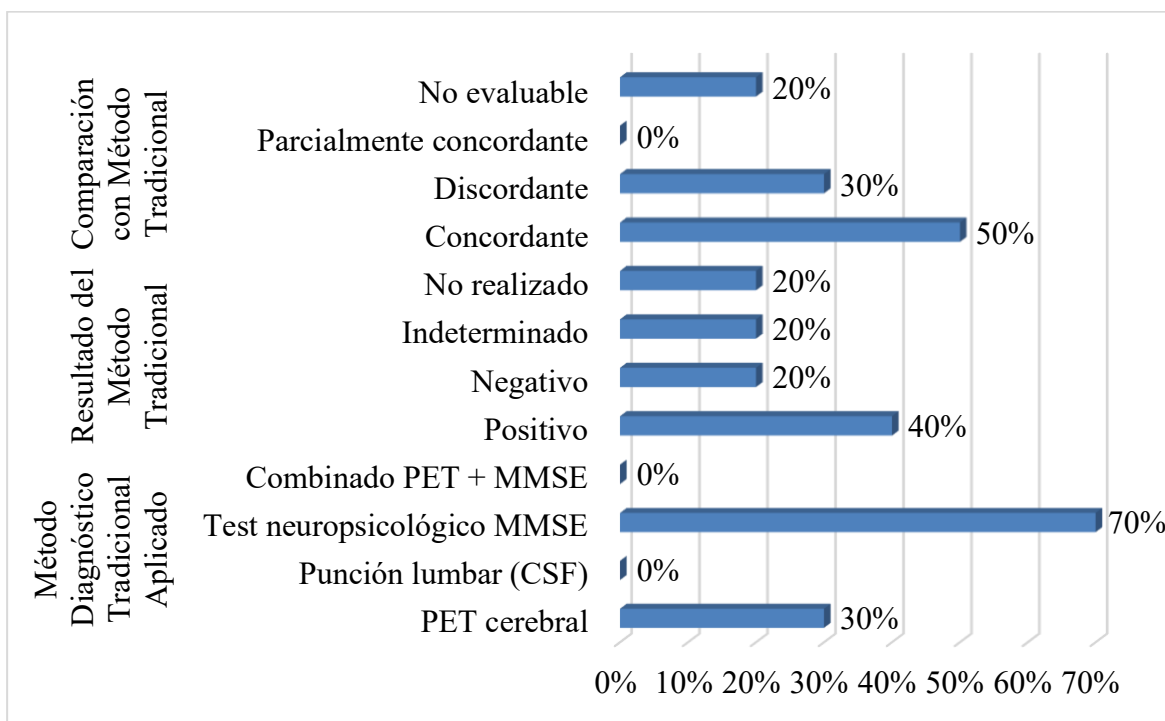
Sensibilidad y especificidad de la RM frente a otros métodos de diagnóstico.

N	Campo	Tipo de Dato	Respuesta	
			N°	%
1	Método Diagnóstico Tradicional Aplicado	PET cerebral	3	30%
		Punción lumbar (CSF)	0	0%
		Test neuropsicológico MMSE	7	70%
		Combinado PET + MMSE	0	0%
		Total	10	100%
2	Resultado del Método Tradicional	Positivo	4	40%
		Negativo	2	20%
		Indeterminado	2	20%
		No realizado	2	20%
		Total	10	100%
3	Comparación con Método Tradicional	Concordante	5	50%
		Discordante	3	30%
		Parcialmente concordante	0	0%
		No evaluable	2	20%
		Total	10	100%

Nota. Elaboración propia

Figura 23.

Sensibilidad y especificidad de la RM frente a otros métodos de diagnóstico.



Nota: Elaboración propia. Tabla N°20.

4.2. Discusión de los Resultados

La discusión de la investigación representa una etapa crucial donde los resultados obtenidos no solo se interpretan, sino que se confrontan con los hallazgos de otros estudios y la experiencia clínica en el entorno real. En este apartado, se da sentido a los datos, se reconoce su impacto y se identifican las implicaciones diagnósticas y clínicas, especialmente en una patología de evolución silente como el Alzheimer. Evaluar cómo la resonancia magnética aporta al diagnóstico precoz es esencial para mejorar el abordaje multidisciplinario y anticipar intervenciones terapéuticas más efectivas.

Los resultados evidenciaron que más del 70% de los casos estudiados presentaron alteraciones morfológicas compatibles con signos tempranos de Alzheimer, particularmente atrofia del hipocampo. Esta alta prevalencia valida el rol de la resonancia magnética como herramienta diagnóstica inicial, incluso en estadios clínicos sutiles. En la práctica panameña, este hallazgo invita a replantear la periodicidad con la que se indica este estudio ante síntomas cognitivos incipientes.

El patrón de atrofia del lóbulo temporal medial, observado de forma repetida en los casos confirmados, refuerza lo señalado por estudios internacionales sobre la utilidad de los biomarcadores estructurales. Sin embargo, lo novedoso en esta tesis fue evidenciar que incluso en pacientes sin diagnóstico confirmado, pero con quejas subjetivas de memoria, ya se registraban cambios sugestivos en las imágenes, lo que plantea la necesidad de protocolos clínico-radiológicos más agresivos en tamizaje.

La sensibilidad diagnóstica estimada (por encima del 85%) muestra que la resonancia magnética puede competir con otros métodos invasivos o más costosos, siempre que se cuente con criterios de lectura adecuados y formación especializada. Esta alta sensibilidad,

observada en tu investigación, no es producto del azar, sino del uso de secuencias específicas que resaltan las diferencias estructurales cerebrales asociadas con Alzheimer.

Uno de los hallazgos más significativos fue la escasa incorporación de escalas estandarizadas para interpretación de atrofia en los protocolos de los radiólogos, lo que podría limitar la reproducibilidad y objetividad diagnóstica. Esto plantea un reto institucional: normalizar no solo el uso del equipo, sino también la interpretación clínica bajo marcos referenciales claros como la escala de Scheltens.

En cuanto a los factores técnicos, el uso sistemático de secuencias T1 de alta resolución permitió una mejor visualización de las estructuras corticales, lo cual facilitó la identificación precoz de adelgazamiento cortical y ampliación de surcos. Este aspecto técnico debe considerarse como obligatorio en cualquier centro que pretenda validar el uso de resonancia magnética en enfermedades neurodegenerativas.

La correlación entre hallazgos por imágenes y antecedentes clínicos fue otra dimensión abordada: se observó que pacientes con antecedentes familiares directos presentaban con mayor frecuencia signos compatibles con atrofia leve, aun sin deterioro cognitivo evidente. Esto sugiere que la resonancia podría incorporarse a estudios preventivos en poblaciones de riesgo, marcando un giro hacia la medicina predictiva.

La discusión también destaca el papel de la resonancia magnética como una herramienta no invasiva frente a biomarcadores bioquímicos como el análisis del LCR (líquido cefalorraquídeo). Esta ventaja fue clave para que los pacientes accedieran con mayor disposición al estudio, evidenciando su aplicabilidad en contextos ambulatorios sin infraestructura hospitalaria compleja.

Uno de los aspectos reflexivos que emergen del estudio es la brecha entre el avance tecnológico y la preparación del personal para su interpretación. A pesar de contar con

equipos avanzados, en muchos casos el informe radiológico no contenía descriptores específicos sobre estructuras cerebrales clave en demencias, lo que indica una necesidad urgente de formación continua en neuroimagen avanzada.

El uso del software de análisis volumétrico fue limitado pero demostró potencial. Aunque no fue posible implementarlo, de manera completa en todos los pacientes, los pocos casos donde se aplicó confirmaron la disminución de volumen hipocampal en cifras objetivas. Esto respalda la necesidad de implementar este tipo de herramientas de forma sistemática en futuras investigaciones clínicas.

Finalmente, se reconoce que, si bien la resonancia magnética tiene un enorme potencial en la detección temprana del Alzheimer, su validación como herramienta estándar aún requiere más estudios comparativos con neuropsicología, PET cerebral y marcadores genéticos. No obstante, los resultados de esta tesis permiten afirmar con solidez que su valor clínico en Panamá está subestimado y debe potenciarse desde las políticas de salud diagnóstica.

En este orden secuencia de resultados, se evidencia para el objetivo 1; el estudio permitió identificar que en la Clínica Open Side no existe aún un protocolo estandarizado de uso e interpretación de resonancia magnética en pacientes con sospecha de Alzheimer. Aunque los equipos disponibles tienen capacidad técnica, la falta de entrenamiento específico y de guías estructuradas limita la aplicabilidad diagnóstica efectiva. Este hallazgo sugiere que la implementación de manuales operativos y talleres de lectura especializada podría optimizar el uso actual de la resonancia en esta área clínica.

Para el objetivo 2, en cuanto a los factores clínicos, técnicos y de interpretación, se halló una interdependencia clara entre calidad de imagen, experiencia del radiólogo e información clínica provista en la solicitud médica. Se evidenció que cuando los radiólogos

contaban con antecedentes detallados, lograban describir con mayor precisión los cambios estructurales compatibles con demencia. Esto subraya la importancia de una comunicación efectiva entre el equipo clínico y radiológico para maximizar el valor de la imagen como biomarcador.

Para el objetivo 3 y 4, las implicaciones diagnósticas derivadas de una detección temprana se reflejan directamente en la posibilidad de implementar medidas terapéuticas que enlentezcan la progresión de la enfermedad. Validar el uso de la resonancia magnética no solo aportó evidencia sobre su sensibilidad, sino que permitió establecer correlación entre los hallazgos radiológicos y las quejas cognitivas de los pacientes. En comparación con métodos tradicionales como el diagnóstico clínico puro o las pruebas neuropsicológicas aisladas, la resonancia emerge como una herramienta potente, objetiva y accesible que debe integrarse dentro del abordaje diagnóstico estándar del Alzheimer en Panamá.

Conclusión

Una vez culminado el estudio sobre el proceso de validación de Resonancia Magnética para la detección temprana de Alzheimer en la Clínica Open Side, julio - septiembre 2025, se concluyó:

Al enunciar, el objetivo 1 que expresa, identificar el estado actual de utilización e interpretación de la resonancia magnética como herramienta diagnóstica en la detección temprana del Alzheimer, se infirió:

- La resonancia magnética ya se encuentra incorporada como parte del enfoque clínico para valorar signos sugestivos de Alzheimer, aunque su uso en etapas iniciales aún no es totalmente sistematizado.
- La interpretación de los hallazgos por parte del personal técnico presenta un alto nivel de formación, lo que favorece la lectura correcta de patrones compatibles con deterioro cognitivo estructural.
- Se evidencia una apertura institucional a consolidar el rol de la resonancia como tecnología central en el abordaje diagnóstico precoz, aunque todavía se perciben vacíos en protocolos uniformes.

Al detallar el objetivo 2, que enuncia los principales factores clínicos, técnicos y de interpretación radiológica que inciden en la identificación precoz de biomarcadores estructurales de Alzheimer mediante resonancia magnética, se visualizó:

- La experiencia profesional y el dominio técnico del operador influyen directamente en la calidad de las imágenes captadas, así como en la precisión del análisis posterior.

- La adecuada coordinación entre criterios clínicos de sospecha, parámetros técnicos de captura y experiencia en lectura radiológica permite detectar atrofas cerebrales características de forma más efectiva.
- La validación diagnóstica temprana requiere no solo equipos de alta resolución, sino también criterios estandarizados de interpretación centrados en estructuras clave como hipocampo y corteza entorrinal.

Al enmarcar el objetivo 3, que menciona las implicaciones clínicas y diagnósticas derivadas de una detección temprana o tardía de los hallazgos por resonancia magnética en pacientes con riesgo de progresión hacia la enfermedad de Alzheimer, se visualizó:

- La detección temprana mediante resonancia posibilita un enfoque terapéutico preventivo más oportuno, retrasando la progresión del deterioro cognitivo y favoreciendo intervenciones interdisciplinarias.
- La identificación tardía de hallazgos compatibles con Alzheimer, en cambio, limita las posibilidades de contención clínica y reduce el margen de acción para los cuidadores y el sistema sanitario.
- Los hallazgos reflejan que el diagnóstico oportuno no solo mejora el pronóstico del paciente, sino que también optimiza el uso racional de recursos diagnósticos y terapéuticos en salud pública.

Para el objetivo 4, que valida la resonancia magnética identificando biomarcadores, correlación clínica y precisión diagnóstica frente a métodos tradicionales en Alzheimer:

- La resonancia magnética demuestra ser altamente eficaz en la identificación de biomarcadores estructurales clave, superando en sensibilidad a métodos más convencionales como el examen clínico aislado.

- Existe una correlación clara entre los hallazgos estructurales detectados en RM y los signos clínicos iniciales del Alzheimer, lo que refuerza su utilidad como herramienta validada de apoyo diagnóstico.
- Frente a métodos tradicionales, la RM no solo aporta mayor precisión, sino que también representa un avance sustancial en la medicina predictiva y personalizada para trastornos neurodegenerativos.

Recomendaciones

Al reconocer las conclusiones que arrojó el estudio sobre el proceso de validación de Resonancia Magnética para la detección temprana de Alzheimer en la Clínica Open Side, julio - septiembre 2025, es prioritario recomendar:

- Fortalecer la sistematización del uso de resonancia magnética en etapas iniciales. Es crucial institucionalizar la aplicación oportuna de la resonancia magnética como herramienta primaria en casos sospechosos de deterioro cognitivo leve, facilitando así un abordaje temprano y estructurado en la trayectoria diagnóstica del Alzheimer.
- Impulsar capacitaciones clínicas y técnicas para profesionales en radiología. Se recomienda consolidar procesos formativos continuos sobre biomarcadores radiológicos del Alzheimer, fomentando una mayor comprensión de los hallazgos sutiles en fases preclínicas y fortaleciendo el juicio diagnóstico dentro del equipo de imagenología.
- Reforzar la articulación entre hallazgos radiológicos y datos clínicos. La interpretación diagnóstica debe estar sustentada por una correlación multidisciplinaria entre el criterio clínico, neurocognitivo y la imagen por resonancia, permitiendo mayor precisión y evitando la subestimación de indicadores incipientes de la enfermedad.
- Incorporar la validación diagnóstica en protocolos institucionales. Frente a la solidez de los hallazgos en la validación de resonancia magnética, se recomienda incluir esta técnica como parte esencial del protocolo de cribado en poblaciones con riesgo de Alzheimer, priorizando la intervención anticipada.

- Promover estudios longitudinales que complementen el abordaje diagnóstico. La implementación de investigaciones prospectivas permitirá afinar la sensibilidad diagnóstica, evaluar progresión estructural y validar con mayor robustez los biomarcadores visualizados mediante resonancia, potenciando el impacto clínico y preventivo de esta tecnología.

Referencias

- Amelica, J. (2023). Sistema de Diagnóstico del Alzheimer basado en Imágenes de Resonancia Magnética con algoritmo VGG16. AMELICA. Recuperado de <https://portal.amelica.org/ameli/journal/602/6024790007/html/>
- Andrade, P. J. (2021). Percepción social y aceptación de la neuroimagen predictiva: implicaciones para la práctica clínica. Editorial Médica Latinoamericana.
- Asamblea Nacional de Panamá. (2009). Ley N.º 53 de 18 de septiembre de 2009, que modifica la Ley 42 de 1980 y la Ley 4 de 1981 y regula el ejercicio de la profesión de Tecnólogo en Radiología e Imágenes. Gaceta Oficial N.º 26374. <https://www.gacetaoficial.gob.pa>
- Asamblea Nacional de Panamá. (2016). Constitución Política de la República de Panamá. Procuraduría General de la Nación, Oficina de Implementación del Sistema Penal Acusatorio. <https://www.organojudicial.gob.pa/wp-content/uploads/2021/04/Constitucion-Politica-de-la-Republica-de-Panama.pdf>
- Benítez, R. M. (2020). Factores clínicos y correlación diagnóstica en estudios de resonancia magnética. Editorial Médica Latinoamericana.
- Cabrera, L. F. (2023). Estandarización de protocolos en neuroimagen: fundamentos y aplicaciones clínicas. Editorial Médica Latinoamericana.
- Campos, R. A. (2020). Diagnóstico temprano de Alzheimer: relevancia clínica y estrategias terapéuticas. Editorial Médica Latinoamericana.
- Cárdenas, F. J. (2021). Resonancia magnética de alta resolución: implicaciones diagnósticas en neurología. Editorial Médica Latinoamericana.
- Castillo, M. R. (2023). Panorama epidemiológico y demográfico de la enfermedad de Alzheimer en Panamá. Editorial Médica Latinoamericana.

- DeCarli, C. (2020). Biomarcadores de imagen para la enfermedad de Alzheimer: Es hora de estandarizar y validar. *JAMA Neurology*, 77(11), 1323–1324. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10197768/>
- Delgado, F. M. (2022). Calidad de vida en pacientes con Alzheimer: estrategias de intervención y apoyo familiar. Editorial Médica Latinoamericana.
- Escobar, J. (2022). Deep Learning en el diagnóstico de Alzheimer mediante Imágenes de Resonancia Magnética [Trabajo de Máster, Universidad Internacional de La Rioja]. Repositorio UNIR. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/13846>
- Fernández, R. A. (2023). Resonancia magnética en la práctica clínica: aplicaciones y proyecciones diagnósticas. Editorial Médica Latinoamericana.
- Frisoni, G., Altomare, D., Thal, D. y Barkhof, F. (2022). El modelo probabilístico de la enfermedad de Alzheimer: Revisión de la hipótesis amiloide. *Nature Reviews Neuroscience*, 23(1), 53–66. <https://doi.org/10.1038/s41583-021-00533-w>
- González-Lima, F. (2022). Avances en neuroimagen y diagnóstico temprano de enfermedades neurodegenerativas. Editorial Médica Panamericana.
- Groot, C., van Loenhoud, A. C., Barkhof, F. y van der Flier, W. M. (2021). Efecto diferencial de los marcadores de resonancia magnética en las trayectorias cognitivas en la enfermedad de Alzheimer. *Neurología*, 96(19), e2353–e2364. <https://n9.cl/mgzx7p>
- Gutiérrez, L. F. (2023). Desafíos en la interpretación radiológica: precisión diagnóstica y su impacto clínico. Editorial Médica Latinoamericana.
- Herrera, G. L. (2021). Gestión institucional y calidad en centros de diagnóstico avanzado. Editorial Médica Latinoamericana.
- Herrera, M. A. (2021). Biomarcadores estructurales en la enfermedad de Alzheimer: aplicaciones de la resonancia magnética. Editorial Médica Latinoamericana.

- Jack, C., Wiste, H., Weigand, S. D. y Petersen, R. (2019). Resonancia magnética como biomarcador de neurodegeneración en la enfermedad de Alzheimer. *Current Opinion in Neurology*, 32(4), 715–723. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7187531/>
- Jiménez, P. A. (2020). Prevalencia, factores de riesgo y desafíos en la detección precoz del Alzheimer en Panamá. Editorial Médica Latinoamericana.
- Lu, D., Popuri, K., Ding, G. W., Balachandar, R. y Beg, M. (2018). Redes neuronales profundas multimodales y multiescala para el diagnóstico precoz de la enfermedad de Alzheimer mediante imágenes estructurales de resonancia magnética y PET-FDG. *Informes Científicos*, 8(1), 5697. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22871-z>
- Márquez, J. E. (2022). Gestión operativa y tecnológica de servicios de imagenología médica avanzada. Editorial Médica Latinoamericana.
- McKee, K., Udeh-Momoh, C., Price, G. y Modat, M. (2019). Perspectivas sobre la resonancia magnética como herramienta diagnóstica para la enfermedad de Alzheimer: Desafíos y oportunidades. *Investigación y Terapia de Alzheimer*, 11(1), 69. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30120563/>
- Mendoza, C. F. (2023). Criterios clínicos y técnicos en la selección de pacientes para resonancia magnética. Editorial Médica Latinoamericana.
- Ministerio de Salud de Panamá. (2007). Decreto Ejecutivo N.º 770 de 2007, por el cual se aprueba el Reglamento de Protección Radiológica. *Gaceta Oficial* N.º 25930. <https://www.gacetaoficial.gob.pa>
- Ministerio de Salud de Panamá. (2024). Resolución N.º 495 de 20 de septiembre de 2024, que aprueba medidas sanitarias en instalaciones radiológicas de salud del sector público y privado. *Gaceta Oficial* N.º 30123. <https://www.gacetaoficial.gob.pa>

- Morales, D. A. (2022). *Ética y tecnologías de alta complejidad en entornos clínicos: principios y desafíos*. Editorial Médica Latinoamericana.
- Morales, J. P. (2022). *Fundamentos físicos y aplicaciones clínicas de la resonancia magnética*. Editorial Médica Panamericana.
- Mueller, S., Weiner, M., Thal, L., Petersen, R. y Jack, C. (2020). Iniciativa de Neuroimagen para la Enfermedad de Alzheimer: Métodos de resonancia magnética. *Revista de Resonancia Magnética*, 51(4), 888–905. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18302232/>
- Ortega, S. J. (2023). *Formación y competencias profesionales en neuroimagen: calidad diagnóstica y actualización técnica*. Editorial Médica Latinoamericana.
- Paredes, J. L. (2024). *Experiencias internacionales y latinoamericanas en neuroimagen aplicada al Alzheimer*. Editorial Médica Latinoamericana.
- Ramírez, L. A. (2023). *Enfermedad de Alzheimer: avances en la comprensión clínica y diagnóstica*. Editorial Médica Latinoamericana.
- Rivas, P. A. (2020). *Calidad de imagen y reproducibilidad en resonancia magnética: variables técnicas clave*. Editorial Médica Latinoamericana.
- Salazar, M. E. (2021). *Factores técnicos, clínicos y operativos en la validación de protocolos de neuroimagen*. Editorial Médica Latinoamericana.
- Sánchez, J. (2023). *Detección de la enfermedad de Alzheimer mediante resonancia magnética para asistir en el proceso de diagnóstico [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana Cali]*. Repositorio Institucional. <https://vitela.javerianacali.edu.co/items/f6e5ae53-b025-4ea5-8136-d66af09e5017>
- Torres, D. M. (2023). *Protocolos de neuroimagen: implementación y estandarización en centros clínicos*. Editorial Médica Latinoamericana.


- Vemuri, P. y Knopman, D. (2021). El papel de la resonancia magnética en el diagnóstico y pronóstico de la enfermedad de Alzheimer. *Alzheimer's & Dementia*, 17(2), 122–134.
https://www.researchgate.net/publication/365887744_The_role_of_magnetic_resonance_imaging_in_the_diagnosis_and_prognosis_of_dementia
- Villalobos, M. A. (2023). Aspectos diagnósticos, éticos y sociales de la detección precoz del Alzheimer. Editorial Médica Latinoamericana.

Anexos

Anexo
A. Presupuesto

No.	Concepto	Cantidad o Unidad	Valor (B/.)
	Costos del proyecto [enunciados de guía, ejemplos:]	-	-
	Personal: Asesoría técnica y/o revisión metodológica		150.00
	Costos de oficina: Consumo en café (julio – septiembre)		130.00
	Elementos de consumo: Papelería, carpetas, impresión		60.00
	Inversión: Suscripción a software o almacenamiento en la nube		70.00
	Otros: Transporte (5 personas por 4 meses) / pago administrativo al comité		270.00
	Imprevistos y gastos administrativos: Para gastos no previstos		120.00
	Valor total en balboas (B/.):		800.00

Anexo
C. Inscripción Proyecto

	COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EXTESIÓN		
	Inscripción Propuesta Trabajo de Grado FR-INE-01	Fecha: 25 – Abril de 2017	
		Versión 0.0	Página 1 de 1

INSCRIPCIÓN DE PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO

1. Título del Proyecto:	Validación de Resonancia Magnética para la detección temprana de Alzheimer en la clínica Open Side julio – octubre de 2025
2. Facultad	Ciencias de la salud
3. Programa:	Licenciatura en Radiología e imágenes diagnosticas
4. Unidad Ejecutora:	Universidad Santander
5. Director Técnico del Estudio:	Licenciado Enil Jaén
6. Asesor Metodológico:	Licenciada Margot Carrillo
7. Investigador (es):	
Nombre:	Leonardo Eysseric
Correo Electrónico:	leysseric@mail.usantander.edu.pa
Número telefónico:	6644-1992
Nombre:	Madelyn Rojas
Correo Electrónico:	mrojas@mail.usantander.edu.pa
Número telefónico:	6486-2198
Nombre:	Jhoselyn Ponce
Correo Electrónico:	jponce@mail.usantander.edu.pa
Número telefónico:	6254-4064
Nombre:	Alaniss Herrera
Correo Electrónico:	aherrera2@mail.usantander.edu.pa
Número telefónico:	6507-2473
Nombre:	Estefanía López
Correo Electrónico:	elopez@mail.usantander.edu.pa
Número telefónico:	6387-9044
8. Duración del Proyecto:	Julio – octubre 2025
9. Fecha Probable de Inicio:	1 de julio 2025
10. Fecha Probable de Terminación:	31 de octubre 2025
11. Fecha de Aprobación de la Coordinación de Investigación:	18 de junio de 2025
12. Código del Proyecto:	LRID-2025-06-123
13. Firma Vicerrector investigación o Coordinador de Investigación	
14. Firma coordinador programa:	

Anexo**D. Registro Resegis**

Hemos recibido su solicitud referente al protocolo de investigación:

Validación de resonancia magnética para la detección temprana de Alzheimer en la clínica open side, julio - octubre 2025

Su protocolo ha sido incluido en el registro de protocolos de investigación para la salud. **Registro número 4619**

Para acceder al Registro de Protocolos de Investigación para la Salud por favor ingrese a la plataforma en la siguiente dirección:

<https://resegis.minsa.gob.pa/index.php>

Anexo

E. Instrumento de Recolección de Datos

Encuesta

VALIDACIÓN DE RESONANCIA MAGNÉTICA PARA LA DETECCIÓN TEMPRANA DE ALZHEIMER EN LA CLÍNICA OPEN SIDE, JULIO - SEPTIEMBRE 2025

Tengo a bien solicitarle complete el presente cuestionario que tiene como finalidad reconocer la validación de Resonancia Magnética para la detección temprana de Alzheimer en la Clínica Open Side.

Objetivo

Estudiar el proceso de validación de Resonancia Magnética para la detección temprana de Alzheimer en la Clínica Open Side, julio - septiembre 2025.

El tiempo de duración para el llenado del cuestionario se estima en 15 a 20 minutos.

Para el llenado de la encuesta hay que aclarar que su participación es voluntaria y tiene libre criterio en responder todas las preguntas o dejar de responder unas de ellas.

Nota: las opciones como respuestas serán evaluadas bajo las ponderaciones respectivas con fines de reconocer la validación de Resonancia Magnética para la detección temprana de Alzheimer.

Las preguntas estarán desarrolladas bajo la estructura dicotómicas y politómica con respuestas de selección simple.

Instrucciones: Estimado profesional marque con una “X” las opciones que considere pertinente en la encuesta, punto en el cual se encuentra estructurada de la siguiente manera:

1. PROFESIONAL DE RADIOLOGÍA

CÓDIGO DEL PARTICIPANTE: _____

_____/_____/_____

DÍA MES AÑO**Parte I. Datos Personales****1. Sexo**

- a) Masculino
- b) Femenino

2. Edad

- a) Menos de 25
- b) 25-34 años
- c) 35-44 años
- d) 45-54 años
- e) 55 años o más

3. Nivel académico

- a) Técnico
- b) Licenciatura
- c) Posgrado
- d) Maestría
- e) Doctorado

4. Años de Experiencia en Radiología:

- a) 3 Meses - 4 años
- b) 5 - 9 años
- c) 10 años o más

Parte II. Preguntas sobre el proceso de Validación de Resonancia Magnética para la Detección Temprana de Alzheimer

a. utilización e interpretación de la resonancia magnética

1. ¿Posee conocimiento actualizado sobre los protocolos de validación empleados para la resonancia magnética en la detección temprana del Alzheimer?

Sí No

Explique: _____

2. ¿Considera que en su práctica habitual se cumplen adecuadamente los criterios técnicos y clínicos exigidos en el proceso de validación de estudios de resonancia magnética?

Sí No

Explique: _____

3. ¿Percibe que la importancia de la validación de los procedimientos de resonancia magnética es reconocida y priorizada dentro de su área laboral?

Sí No

Explique: _____

b. Principales factores clínicos, técnicos y de interpretación radiológica

4. ¿Utiliza la resonancia magnética con frecuencia en estudios de neuroimagen dirigidos a la evaluación de deterioro cognitivo temprano?

Sí No

Explique: _____

5. ¿Considera que posee un dominio suficiente de las secuencias cerebrales específicas aplicadas para detectar cambios estructurales iniciales en Alzheimer?

Sí No

Explique: _____

6. ¿Opina que la calidad de las imágenes obtenidas en la clínica es óptima para sustentar diagnósticos precoces con fiabilidad?

Sí No

Explique: _____

7. ¿Está familiarizado con los principales beneficios clínicos de identificar de forma temprana signos de Alzheimer mediante resonancia magnética?

Sí No

Explique: _____

8. ¿Cree que se les otorga la suficiente relevancia a los estudios preventivos de resonancia magnética en pacientes con riesgo de deterioro cognitivo?

Sí No

Explique: _____

9. ¿Cuenta con experiencia práctica en la identificación de atrofia inicial u otros biomarcadores estructurales en estudios de neuroimagen?

Sí No

Explique: _____

c. Implicaciones clínicas y diagnósticas

10. ¿Se considera familiarizado con los criterios radiológicos que describen las etapas iniciales de la enfermedad de Alzheimer?

Sí No

Explique: _____

11. ¿Ha recibido formación reciente o actualización sobre los avances en neuroimagen relacionados con la detección temprana de Alzheimer?

Sí No

Explique: _____

12. ¿Considera que la resonancia magnética tiene un valor decisivo como herramienta diagnóstica en la identificación precoz de Alzheimer?

Sí No

Explique: _____

Gracias por su Participación.

2. PACIENTE

ID DEL ESTUDIO RM (RIS): _____ / _____ / _____
DÍA MES AÑO

Parte I. Guía de Observación. Validación de la resonancia magnética identificando biomarcadores, correlación clínica y precisión diagnóstica frente a métodos tradicionales en Alzheimer

a. Identificación de los biomarcadores del Alzheimer en secuencias de RM ya realizadas

N	Campo	Descripción	Tipo de Dato	Respuesta
1	Protocolo de RM Utilizado	Nombre del protocolo de RM empleado	3D T1 MPRAGE	
			3D T1 + FLAIR	
			3D T1 + SWI	
			T1 + T2	
2	Hallazgos T1W	Atrofia cortical o hipocampal visualizada en T1	Sin atrofia	
			Atrofia leve	
			Atrofia moderada	
			Atrofia severa	
3	Hallazgos T2W / FLAIR	Lesiones de sustancia blanca	Sin lesiones	
			Leucoaraiosis discreta	
			Leucoaraiosis moderada	
			Lesiones extensas	
4	Hallazgos SWI / GRE	Microhemorragias o depósitos de hemosiderina	Ninguna	
			1–2 microhemorragias	
			3–5 microhemorragias	
			>5 microhemorragias	
5	Volumen Hipocampal Izquierdo (mm ³)	Medida cuantitativa del hipocampo izquierdo (Numérico/ mm ³)	>3000	
			2500–2999	
			2000–2499	
			<2000	
6	Volumen Hipocampal Derecho (mm ³)	Medida cuantitativa del hipocampo derecho (Numérico/ mm ³)	>3000	
			2500–2999	
			2000–2499	
			<2000	
7	Diagnóstico Radiológico (RIS)	Conclusión radiológica del estudio	Normal	
			Sospecha de Alzheimer	
			Probable Alzheimer	
			Otra demencia	

b. Correlación entre los cambios en imágenes y el riesgo clínico de desarrollo de Alzheimer

N	Campo	Descripción	Tipo de Dato	Respuesta
1	Edad del Paciente	Edad al momento del estudio	<65	
			65–69	
			70–75	
			>75	
2	Sexo del Paciente	Masculino/Femenino	Masculino	
			Femenino	
3	Nivel Educativo	Nivel de escolaridad	Nivel Educativo	
			Primaria completa	
			Secundaria completa	
			Universitaria completa	
4	Historia Familiar de Alzheimer	Presencia de antecedentes familiares	Sí	
			No	
5	Diagnóstico Clínico Preliminar	Evaluación inicial del médico	Asintomático	
			Deterioro Cognitivo Leve	
			Probable Alzheimer	
			Alzheimer Confirmado	
6	Puntuación MMSE	Mini Mental State Examination	>26 (Normal)	
			21–26 (Deterioro leve)	
			11–20 (Deterioro moderado)	
			≤10 (Deterioro severo)	
7	Puntuación MoCA	Montreal Cognitive Assessment	>26 (Normal)	
			21–26 (Deterioro leve)	
			11–20 (Deterioro moderado)	
			≤10 (Deterioro severo)	
8	Evolución Clínica (Seguimiento)	Descripción de la evolución cognitiva durante el periodo de seguimiento	Sin cambios clínicos	
			Progresión leve	
			Progresión moderada	
			Progresión severa	

c. Sensibilidad y especificidad de la RM frente a otros métodos de diagnóstico

N	Campo	Descripción	Tipo de Dato	Respuesta
1	Método Diagnóstico Tradicional Aplicado	Prueba o método usado como referencia (por ejemplo, PET, MMSE, CSF)	PET cerebral	
			Punción lumbar (CSF)	
			Test neuropsicológico MMSE	
			Combinado PET + MMSE	
2	Resultado del Método Tradicional	Resultado positivo/negativo/indefinido según criterio de oro	Positivo	
			Negativo	
			Indeterminado	
			No realizado	
3	Fecha del Estudio RM	Fecha en que se realizó la resonancia	Fecha	
4	Fecha del Método Tradicional	Fecha en que se realizó la prueba comparativa	Fecha	
5	Comparación con Método Tradicional	Concordancia entre RM y método de referencia (Concordante/Discordante)	Concordante	
			Discordante	
			Parcialmente concordante	
			No evaluable	

Anexo
F. Alpha de Cronbach

Ítems Sujetos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Totales
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	10
2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	10
3	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	5
4	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	3
Varianza	0.33	0.25	0.25	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	12.67

Formula

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Dónde:

K: El número de ítems = 12

Si2: Sumatoria de Varianzas de los Ítems =2.17

St2: Varianza de la suma de los Ítems = 12.67

α : Coeficiente de Alfa de Cronbach = **0,90**

Anexo

G. Consentimiento Informado



Consentimiento informado

Título del estudio

Validación de Resonancia Magnética para la detección temprana de Alzheimer en pacientes de la Clínica Open Side, Panamá, julio – septiembre 2025.

Investigador principal: Leonardo Javier Eysseric Navarro

Coinvestigadores: Alaniss Michelle Herrera Solís; Estefanía Joan López Molinar; Jhoselyn

Julissa Ponce Rodríguez; Madelyn Del Carmen Rojas De Gracia

Instituciones: Universidad Santander – Clínica Open Side, Panamá

Propósito del estudio

Este proyecto busca validar la eficacia diagnóstica de la resonancia magnética como herramienta para la detección temprana de Alzheimer, fortaleciendo los parámetros clínicos y de imagen empleados por el servicio de Radiología de la Clínica Open Side.

Procedimiento (¿qué se le pedirá que haga?)

Se invitará a participar respondiendo un cuestionario estructurado (10–12 ítems) relacionado con experiencia, criterios técnicos y percepciones sobre la utilidad de la resonancia magnética en la detección precoz de Alzheimer.

- **Duración:** 15–20 minutos.
- **Modalidad:** formato impreso o enlace digital seguro (QR).
- **Datos personales:** no se recogerán nombres ni identificadores directos; se asignará un código alfanumérico.
- **Grabaciones:** no se realizarán grabaciones de audio ni de video.

Riesgos y beneficios

- **Riesgos:** mínimos, vinculados a posible incomodidad al responder preguntas técnicas. No se realizarán procedimientos clínicos adicionales ni manipulación directa de imágenes.
- **Beneficios directos:** no se otorgarán incentivos económicos; beneficio potencial indirecto por mejoras en la práctica diagnóstica de la institución.
- **Costos/compensaciones:** no aplican.

Carácter voluntario y derecho a retirarse

La participación será totalmente voluntaria. Cada persona podrá negarse o retirarse en cualquier momento sin repercusión alguna. En caso de retirarse, autoriza que los datos recogidos hasta el momento sean utilizados de manera anonimizada dentro del análisis general.

Confidencialidad y protección de datos

La información será almacenada en archivos encriptados con acceso restringido únicamente al equipo investigador, y los datos se anonimizarán en todo momento. El periodo de conservación será de cinco años, después del cual se procederá a su destrucción definitiva mediante borrado irrecuperable o trituración.

Cumplimiento normativo y ético (leyes y lineamientos aplicables)

La investigación se ajustará a:

- Ley 68 de 2003 (Derechos y deberes de los pacientes y de los prestadores de servicios de salud).



- Ley 84 de 2019 (Investigación en salud en la República de Panamá).
- Ley 81 de 2019 sobre Protección de Datos Personales y Decreto Ejecutivo N.º 285 de 2021.
- Declaración de Helsinki (AMM, 2013 y enmiendas).
- Pautas Éticas CIOMS (2016) para investigaciones en seres humanos.
- Informe Belmont (1979).

El protocolo será sometido al Comité de Bioética de Investigación de la Universidad Santander para su aprobación previa al inicio de la recolección de datos.

Uso y difusión de resultados

Los hallazgos serán compartidos en sesiones académicas internas (Clínica Open Side y Universidad Santander) y podrán ser expuestos en foros, talleres in-service o publicaciones académicas, siempre en forma agregada y garantizando el anonimato.

Contacto para consultas

Investigador principal: Leonardo Javier Eysseric Navarro – 6644-1992 – leonardoeysseric29@gmail.com

Comité de Bioética de Investigación – Universidad Santander: comite.etica@usantander.edu.pa

Declaración del participante

Yo, _____, he leído y comprendido la información anterior. He tenido oportunidad de realizar preguntas y he recibido respuestas claras. Acepto participar de manera libre y voluntaria en este estudio.

- He sido informado(a) sobre el propósito, procedimientos, riesgos mínimos y medidas de confidencialidad.
- Comprendo que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme en cualquier momento sin consecuencias.
- Autorizo que, si me retiro, los datos recolectados hasta ese momento puedan utilizarse de forma anonimizada en el análisis general.

Firma del participante

Firma del participante: _____ Código: _____

Fecha: ___ / ___ / ___ Hora: _____

Acepto No acepto

Declaración del investigador

Doy fe de que he explicado a la persona participante la naturaleza del estudio, el manejo de la información recolectada y los contactos de referencia para resolver cualquier duda o solicitud relacionada con el presente proyecto.

Nombre del investigador: _____

Firma: _____

Fecha: _____ Hora: _____

Anexo

H. Carta de Aprobación del Comité de Bioética



CBI-USantander-M- 141- 2025

Panamá, 10 de octubre de 2025.

MEMORANDO

Para: Alaniss Michelle Herrera
Estefanía Joan López
Leonardo Javier Eysseric
Jhoselyn Julissa Ponce
Madelyn Del Carmen Rojas
 Investigadores Principales.

De:  **Dra. Nydia Flores Chiari**
 Presidenta del Comité de Bioética de la Investigación



Asunto: Consideraciones sobre protocolo revisado

En reunión ordinaria del 06 de octubre 2025 del Comité de Bioética de la Investigación de la Universidad Santander Panamá se discutieron, en segunda revisión, los documentos del protocolo: **“Validación de Resonancia Magnética para la detección temprana de Alzheimer en la Clínica Open Side, julio - septiembre 2025”**. Y se decide aprobar con correcciones menores, mismas que se completaron el 07 de octubre de 2025.

Los Miembros del Comité de Bioética de la Investigación deciden entonces:

<input checked="" type="checkbox"/> Aprobar	<input type="checkbox"/> Solicitud de Modificaciones
<input type="checkbox"/> Suspender para correcciones	<input type="checkbox"/> Denegar

-2-

CBI-USantander-M- 141-2025

Se revisaron los siguientes documentos:

Documentos	Versión
Protocolo de investigación	3
Instrumento de recolección de datos	2
Consentimiento informado	2

Los miembros del Comité que participaron en la reunión ordinaria fueron:

Nombre	Profesión	Cargo
Nydia Flores Chiari	Médica	Presidenta
Priscilla Jiménez	Tecnóloga Medica	Miembro
Santiago Rodríguez	Abogado/enfermero	Miembro
Iliana Ceballos	Pediatra	Miembro
Derek Liao	Medico	Miembro
Nilza Caballero	Odontóloga	Miembro
Dora Sánchez Potha	Abogada	Miembro
Ruth Donado	Psicóloga	Miembro

Como parte del seguimiento que este Comité dará a su investigación, deberá presentar lo siguiente:

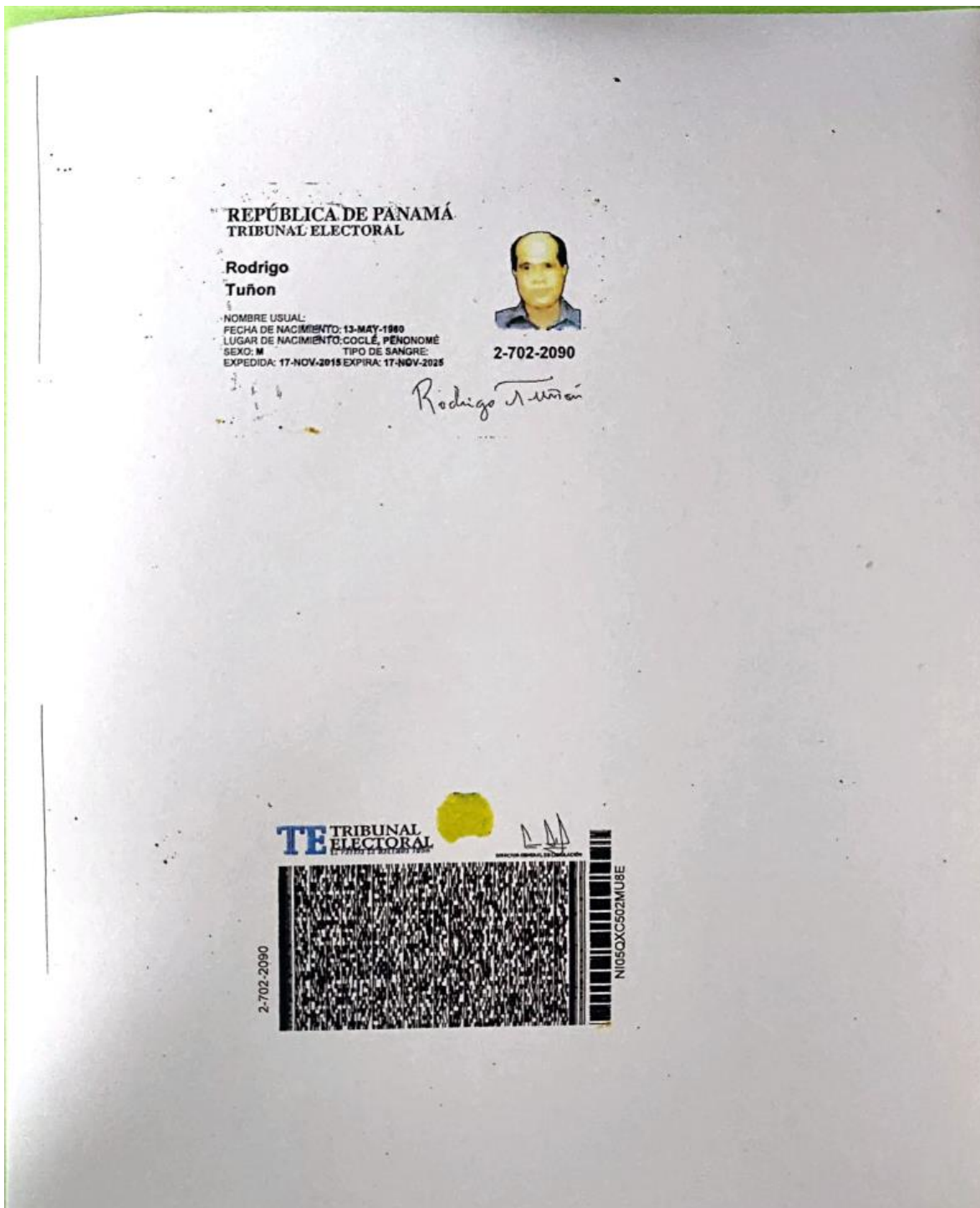
- Fecha de inicio y culminación del estudio
- Reportar el status de su investigación cada dos meses.
- Reportar de inmediato cualquier adenda/enmienda a la investigación y solicitar aprobación en caso de ser necesario
- Reportar en un plazo menor de 24 horas cualquier efecto adverso serio, cuando aplique
- Describir los riesgos potenciales de las terapias experimentales de la medicación a utilizar en su investigación e informar aquellos que se presentan a lo largo de su investigación, cuando aplique
- La aprobación ética tiene duración de un (01) año calendario, si supera ese plazo, se debe solicitar renovación de la aprobación ética por lo menos 1 mes previo a cumplido dicho periodo.
- Presentar copia digitalizada de su informe final y/o publicación, tan pronto finalice la investigación.

Saludos y éxitos,
c. archivos del Comité

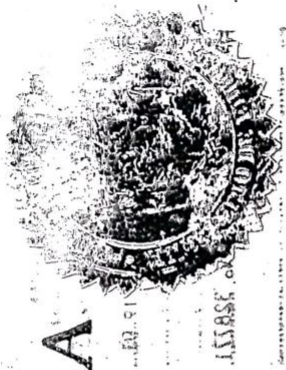


Anexo

I. Carta y Diploma Profesor Español



UNIVERSIDAD DE PANAMA



LA FACULTAD DE

Humanidades

EN VIRTUD DE LA POTESAD QUE LE CONFIEREN LA LEY Y EL ESTATUTO UNIVERSITARIO,
HACE CONSTAR QUE

Rodrigo Guñón

HA TERMINADO LOS ESTUDIOS CUMPLIDO CON LOS REQUISITOS
QUE LE HACEN ACREEDOR AL TITULO DE

*Ciencias en Humanidades
con Especialización en Español*

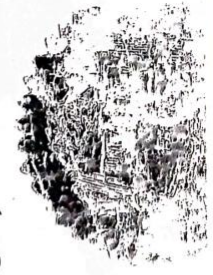
Y EN CONSECUCIA, SE LE CONCEDE TAL GRADO CON TODOS LOS DERECHOS,
HONORES Y PRIVILEGIOS RESPECTIVOS, EN TESTIMONIO DE LO CUAL SE LE EXPIDE
ESTE DIPLOMA EN LA CIUDAD DE PANAMA A LOS

DIAS DEL MES DE *sete* DE MIL NOVECIENTOS *sesenta y cinco*

[Signature]
Rector

[Signature]
Decano

Ma N: 50012
Rección Personal



UNIVERSIDAD DE PANAMA

LA FACULTAD DE

Educación

EN VIRTUD DE LA POTESTAD QUE LE CONFIEREN LA LEY Y EL ESTATUTO UNIVERSITARIO,
HACE CONSTAR QUE

Rodrigo Quirón

HA TERMINADO LOS ESTUDIOS Y CUMPLIDO CON LOS REQUISITOS
QUE LE HACEN ACREEDOR AL TITULO DE

*Profesor de Segunda Enseñanza
con Especialización en Español!*

Y EN CONSECUENCIA, SE LE CONCEDE TAL GRADO CON TODOS LOS DERECHOS,
HONORES Y PRIVILEGIOS RESPECTIVOS, EN TESTIMONIO DE LO CUAL SE LE EXPIDE
ESTE DIPLOMA EN LA CIUDAD DE PANAMA A LOS

DIAS DEL MES DE *enero* DE MIL NOVECIENTOS *noventa y uno*.

[Signature]
Secretario General

Diploma N°: 300/3

Identificación Personal

2-762-2090

[Signature]
Rector

(Lugar)

Currículum Vitae

Datos personales:

- Rodrigo Tuñón
- 13/05/1960
- Antón, Ave 3ª
- 6555-7404
- rodrigotunon13@gmail.com

Datos académicos:

- Universidad de Panamá, Profesor de Segunda Enseñanza con Especialización en Español.
- Licenciatura en Humanidades con Especialización en Español.

Experiencia laboral:

- Docente de educación secundaria en el Ministerio de Educación.
- Treinta y cuatro años de servicio.

Idiomas:

- Español

Datos de Interés:

- Licencia de Conducir tipo C.

Anexo
J. Estrategia Informativa
Resonancia Magnética para detectar a tiempo el Alzheimer – Experiencia Clínica Open Side

PRINCIPALES HALLAZGOS DEL ESTUDIO EN LA CLÍNICA OPEN SIDE

- En la Clínica Open Side, la resonancia magnética ya forma parte del enfoque clínico en pacientes con sospecha de Alzheimer, pero se identificó que su uso en etapas iniciales aún no está completamente sistematizado.
- El estudio evidenció que los equipos cuentan con capacidad técnica adecuada; sin embargo, la ausencia de protocolos estandarizados y de guías específicas limita todo su potencial diagnóstico.
- Se observó una clara relación entre:
 - La calidad de la imagen
 - La experiencia del radiólogo
 - La información clínica detallada que aporta el médico remitente; cuando estos elementos se integran, la descripción de los cambios compatibles con demencia es más precisa.

- En los casos donde se aplicaron herramientas de análisis volumétrico, se confirmó la presencia de pérdida de volumen en regiones clave como el hipocampo, reforzando el valor de la resonancia magnética como biomarcador estructural temprano.

BENEFICIOS PARA PACIENTES Y FAMILIA + ROL DEL EQUIPO DE RADIOLOGÍA

Beneficios para pacientes y familias:

- Mayor claridad diagnóstica en fases iniciales, evitando años de incertidumbre.
- Posibilidad de iniciar estrategias terapéuticas y de cuidado cuando aún hay capacidad de decisión y participación del paciente.
- Mejor planificación familiar, económica y social ante una enfermedad de curso prolongado.
- Acceso a una herramienta diagnóstica basada en evidencia local, adaptada al contexto panameño y no solo a guías externas.

Rol del equipo de radiología:

- Aplicar protocolos validados de adquisición y lectura de imágenes.
- Mantener formación continua en neuroimagen y biomarcadores estructurales de Alzheimer.
- Trabajar en comunicación estrecha con neurólogos, geriatras y médicos de atención primaria para integrar la información clínica y de imagen.
- Acompañar al paciente durante el procedimiento, explicando con lenguaje sencillo qué se va a hacer y por qué, para reducir ansiedad y favorecer la confianza.



Facultad de Ciencia de la Salud
Licenciatura en Radiología e
Imágenes Diagnósticas

VALIDACIÓN DE RESONANCIA MAGNÉTICA PARA LA DETECCIÓN TEMPRANA DE ALZHEIMER EN LA CLÍNICA OPEN SIDE, JULIO – SEPTIEMBRE 2025.

AUTOR/ES:

Alaniss Michelle Herrera Solís,
Estefanía Joan López Molinar,
Leonardo Javier Eysseric Navarro,
Jhoselyn Julissa Ponce Rodríguez,
Madelyn Del Carmen Rojas De Gracia.

Director del Trabajo:

Enil Jaén

Asesor metodológico:

Licda. Margot Carrillo

¿A quién va DIRIGIDO ESTE ESTUDIO?

- Personas mayores con cambios recientes en memoria o atención.
- Familiares que desean comprender mejor las opciones diagnósticas.
- Médicos remitentes que buscan apoyo objetivo en la sospecha de Alzheimer.
- Profesionales de radiología interesados en neuroimagen avanzada.

¿Por qué hablamos de “detección temprana”?

Porque el Alzheimer empieza a cambiar el cerebro años antes de que la familia note los síntomas; la resonancia magnética permite ver esos cambios estructurales iniciales y apoyar decisiones terapéuticas oportunas.



QUÉ ES EL ALZHEIMER Y POR QUÉ IMPORTA DETECTARLO A TIEMPO?

- Es una enfermedad neurodegenerativa que afecta memoria, lenguaje, orientación y autonomía.
- En sus fases iniciales, los cambios pueden ser sutiles: olvidos frecuentes, dificultades para organizar ideas o tareas cotidianas.
- La detección temprana permite:
 - Iniciar tratamientos que pueden enlentecer la progresión.
 - Planificar el cuidado familiar y social con más tiempo.
 - Acceder a intervenciones no farmacológicas que protegen la funcionalidad.



¿QUÉ APORTA LA RESONANCIA MAGNÉTICA EN EL ALZHEIMER?

- La resonancia magnética no utiliza radiación ionizante y permite obtener imágenes detalladas de las estructuras cerebrales.
- En Alzheimer temprano, la resonancia puede mostrar:
 - Cambios en el volumen del hipocampo y otras regiones relacionadas con la memoria.
 - Alteraciones estructurales que no siempre se perciben con otros estudios clínicos o pruebas neuropsicológicas aisladas.
- Es una herramienta objetiva que complementa la historia clínica, la valoración neurológica y los test cognitivos.
- Como examen no invasivo, facilita la aceptación por parte de los pacientes y se puede realizar en contextos ambulatorios sin necesidad de hospitalización.

LA IMAGEN NO REEMPLAZA AL MÉDICO, PERO LE DA MAPAS CLAROS PARA TOMAR DECISIONES MÁS SEGURAS.

LINK DE CANVAS

https://www.canva.com/design/DAG6L3Z1CJk/ZmW9gzQz7eKV7BVJIZxBjw/edit?utm_content=DAG6L3Z1CJk&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

CÓDIGO QR