

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD**



**FACTORES QUE INCIDEN EN LA REPETICION DE UNA RESONANCIA
MAGNÉTICA EN PACIENTES ADULTOS EN HOSPITALES DONDE LOS
ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR REALIZAN SUS
PRÁCTICAS HOSPITALARIAS EN EL PERIODO DE MARZO A JUNIO 2025.**

Presentado por:

ESMERALDA LISSETTE RAUDA GÓMEZ

MELISSA BEATRIZ LOPEZ MELARA

EVELIN YESENIA GUZMÁN PALACIOS

Para optar al grado de:

LICENCIATURA EN RADIOLOGÍA EN IMÁGENES

Asesor:

MsC. JUAN CARLOS AGUILAR RAMÍREZ

Ciudad universitaria Dr. Fabio Castillo Figueroa, El Salvador, julio 2025

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
AUTORIDADES CENTRALES**

Rector:

MsC. Juan Rosa Quintanilla

Vicerrectora académica:

Dra. Evelyn Beatriz Farfán Mata

Vicerrector Administrativo:

MsC. Roger Armando Arias Alvarado

Secretario General:

Licdo. Pedro Rosalio Escobar Castaneda

**FACULTAD DE MEDICINA
AUTORIDADES**

Decano:

Dr. Saúl Díaz Peña

Vicedecano:

Licdo. Franklin Arnulfo Méndez Duran

Secretario:

MsP. Roberto Carlos Hernández Marroquín

Directora de la Escuela:

Licda. Mónica Raquel Ventura de Ramos

Directora de la carrera.

Licda. Mabel Patricia Najarro Chávez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme permitido llegar a este punto, por haberme brindado salud y capacidad para lograrlo, le agradezco profundamente a mis padres Carmen Gómez y David Rauda que me han brindado su apoyo incondicional durante toda la carrera, mis hermanos Ángel Rauda y Ernesto Rauda que me han apoyado emocionalmente en los momentos difíciles además también agradecerle a mi mejor amiga Abigail Rivas por brindarme motivación en los momentos difíciles. Le agradezco a nuestro asesor de tesis MsC. Juan Carlos Aguilar por su dedicación y paciencia en cada una de las asesorías brindadas y a mi grupo de tesis por el esfuerzo para sacar adelante el trabajo de grado, también me es importante agradecer a todos los licenciados de la carrera que me brindaron parte de su conocimiento en sus clases siendo un gran aporte en mi formación académica.

ESMERALDA LISSETTE RAUDA GÓMEZ

Agradezco primeramente a Dios, por haberme dado sabiduría, fortaleza, salud y haber sido el autor intelectual de mis metas y objetivos, a mis padres Dalia Melara y Carlos Escamilla por brindarme la oportunidad de seguir mis sueños y ser mi inspiración para llegar a esta etapa de mi vida a mis abuelos por estar al pendiente de cada paso logrado, a mis hermanas Daniela Melara y Nataly Melara por ser mi apoyo incondicional, a mis amigas más cercanas que me han dado palabras de aliento en todo momento, a mi asesor de tesis MsC. Juan Carlos Aguilar por su dedicación y paciencia a mi equipo de tesis por el esfuerzo y perseverancia en finalizar este proceso de grado, también agradecer a todos los docentes de la carrera quienes han sido parte de mi formación académica.

MELISSA BEATRIZ LOPEZ MELARA

Principalmente agradezco a Dios por brindarme la sabiduría y entendimiento durante mi formación académica y la culminación de esta nueva etapa que es un peldaño alcanzado gracias a él. También le agradezco profundamente de todo corazón a mi novio, Johan Eli Mendoza Lemus, quien siempre me apoyó desde el inicio de este proceso y cuando se presentaron dificultades fue mi apoyo en los momentos apropiados, dándome palabras de motivación y superación. Le agradezco de igual manera a mi madre, Evelin Xiomara Guzmán Palacios, quien me motivó y me apoyó en culminar todo este proceso, orientándome en alcanzar todos mis objetivos y diciéndome que no me

rindiera y me concentrara en terminar mi carrera. Le agradezco también a mi asesor de tesis, MsC. Juan Carlos Aguilar, quien nos orientó en el trabajo de grado y le agradezco por todo el aprendizaje, enseñanza y comprensión. Por último, le agradezco a todos/as los/as licdos/as que me enseñaron en todo el trascurso de la carrera, gracias por todo su conocimiento y empatía.

EVELIN YESENIA GUZMÁN PALACIOS

CONTENIDO

RESUMEN.....	ii
INTRODUCCION	iii
CAPÍTULO I.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	2
1.1.2 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	3
1.1.3 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	4
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	5
1.3 VIABILIDAD Y FACTIBILIDAD	6
1.4 OBJETIVOS.....	7
CAPÍTULO II	8
2.1 MARCO TEORICO	9
CAPÍTULO III	37
3.1 SISTEMA DE HIPÓTESIS.....	38
3.2 OPERALIZACION DE VARIABLES	39
CAPITULO IV.....	42

4.1 DISEÑO METODOLÓGICO	43
4.1.1 TIPO DE ESTUDIO.....	43
4.1.2 ÁREA DE ESTUDIO.....	43
4.1.3 UNIVERSO Y MUESTRA	43
4.1.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN	44
4.1.5 MÉTODOS	44
4.1.6 TÉCNICA E INSTRUMENTOS.....	45
4.1.7 VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS: PRUEBA PILOTO	45
4.1.8 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE LOS DATOS	46
4.1.9 RECURSOS	46
4.1.10 PLAN DE TABULACIÓN DE LA INFORMACIÓN	46
4.1.11 PLAN DE ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	48
4.1.12 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	48
CAPITULO V.....	51
5.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL CUESTIONARIO DIRIGIDO A LOS LICENCIADOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA	52
5.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN SOBRE RESONANCIA MAGNÉTICA	67

5.3 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CHI CUADRADO 70

CAPITULO VI..... 77

6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 78

6.1 CONCLUSIONES 78

6.2 RECOMENDACIONES 79

FUENTES DE INFORMACIÓN 81

ANEXOS 83

ANEXO 1: CRONOGRAMA..... 84

ANEXO 2: PRESUPUESTO 85

ANEXO 3 CUESTIONARIO 86

ANEXO 4: GUÍA DE OBSERVACIÓN DE RM 88

RESUMEN

La resonancia magnética es un método diagnóstico por imágenes que no utiliza radiación ionizante sino que se basa en el magnetismo del elemento de hidrógeno para generar imágenes de diferentes regiones anatómicas del cuerpo humano aportando muchos beneficios en la medicina, actualmente se presenta una problemática poco conocida con lo que respecta a la repetición de sus estudios, por lo que con la presente investigación se identificaron los factores incidentes en dicha problemática a través de la recopilación de datos por medio de una guía de observación y un cuestionario dirigido a la población de interés la cual fue el personal de radiología del área de resonancia magnética en hospitales donde estudiantes de la carrera de radiología e imágenes de la Universidad de El Salvador realizan sus prácticas hospitalarias, en donde se pudo identificar que diversas causas inciden en la repetición de estudios de resonancia magnética como por ejemplo; distracciones por el uso de aparatos tecnológicos por parte del operador, bajo rendimiento laboral por el estado anímico del personal de radiología, comunicación poco efectiva del personal hacia el paciente previo al estudio, movimientos involuntarios del paciente, generación de artefactos por elementos paramagnéticos y ferromagnéticos en pacientes, entre otros. Por lo que finalmente se pudo concluir que tanto factores técnicos como humanos y tecnológicos inciden en la repetición de estudios de resonancia magnética generando la prolongación de estudios, incremento de la ansiedad en el paciente sometido al estudio, el malgasto de insumos por cada procedimiento repetido, atraso del personal, entre otras consecuencias.

Palabras clave: Imagen por resonancia magnética, Protones, Espectroscopía de resonancia magnética, Imanes.

INTRODUCCIÓN

Durante 55 años la resonancia magnética ha obtenido diferentes innovaciones en diferentes países así mismo, en El Salvador se ha destacado en el ámbito hospitalario debido a que es una herramienta fundamental que busca un diagnóstico más específico de acuerdo con la región patológica. El concepto técnico manejado por los profesionales indica que la resonancia magnética es un método de diagnóstico por imágenes que no utiliza radiación ionizante. Se basa en las propiedades magnéticas de los núcleos de elementos como el hidrógeno, permitiendo así el estudio morfológico y funcional de diversas estructura y sistemas del cuerpo humano. La investigación es ejecutada por el grupo investigador pertenecientes a la carrera de Radiología e Imágenes, de la Facultad de Medicina. El presente trabajo tiene como objetivo identificar los factores que inciden en la repetición de una resonancia magnética en pacientes adultos en hospitales donde estudiantes de la Universidad de El Salvador realizan sus prácticas hospitalarias, Así mismo, conocer las generalidades de los factores que inciden en una repetición de resonancia magnética el cual se compone de los siguientes apartados: a)capítulo I se incluye la descripción del problema de investigación, plantear la justificación y se establecen además los objetivos de la investigación que guiaran todo el proceso de la investigación, b)capitulo II contiene el marco teórico que fundamenta la investigación y explica de manera ordenada los principios de la resonancia magnética, especifica los factores que inciden en la repetición de los estudios, c)capitulo III tiene la hipótesis de trabajo, las cuales orientan la investigación, además se presenta en este capítulo la operacionalización de variables que enuncia los valores e indicadores que responden a las hipótesis de la investigación y con las cuales se elaboran las preguntas de los instrumentos de recolección de datos d)capitulo IV que explica la metodología de investigación, detalla el tipo de estudio y el enfoque metodológico de la investigación. Así mismo, define el área de estudio, universo, muestra, criterios de inclusión y exclusión, recursos, técnicas e instrumentos a utilizar además se presenta el procedimiento de validación de cada instrumento. Se desarrolla el plan de tabulación de la información y el plan de análisis de los resultados obtenidos de la investigación. Por último, se presentan los anexos conformados por: cronograma, presupuesto e instrumentos de recolección de datos.

CAPÍTULO I

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA:

En 1959, Jay Singer había estudiado el flujo sanguíneo mediante mediciones del tiempo de relajación de la sangre por Resonancia magnética en seres humanos. Este tipo de mediciones no se introdujeron en la práctica médica habitual hasta mediados de los años ochenta, aunque a principios de 1967 Alexander Ganssen presentó una patente para una máquina de RMN de cuerpo entero para medir el flujo sanguíneo en el cuerpo humano. En 1968, Jackson y Langham publicaron las primeras señales de Resonancia de un animal vivo, una rata anestesiada. En la década de los 70, se comprobó que los tiempos de relajación son importantes en el contraste. Anteriormente, un grupo de investigadores demostró que las células cancerosas tempranas mostraban tiempos de relajación más largos en diferencia a células normales, por tanto, estimularon el interés inicial en la idea de detectar el cáncer con RMN (1) Entre estos primeros grupos se encuentran Damadian, Hazlewood y Chang y varios otros. Por consiguiente, En 1971, el doctor Raymond Damadian demostró que la resonancia magnética podía ser usada para detectar enfermedades en distintos tipos de tejidos que emiten señales que varían según su duración en respuesta al campo magnético. Además, presento las ventajas de la resonancia entre estas se mencionan su excelente definición anatómica, la capacidad de efectuar cortes en múltiples planos, el excelente contraste de los tejidos blandos y el hecho de que no usa radiación ionizante ni requiere medio de contraste yodado (2). En 1981, en Londres, se instaló el primer equipo de resonancia magnética. En El Salvador como en muchos otros países, la adopción de esta tecnología ha sido gradual. En 1993, La Clínica Brito Mejía Peña inicia en el país la instalación de un equipo de Resonancia Magnética (3). Sin embargo, en 1995, se adquiere un equipo de Resonancia Magnética en el Hospital Bloom, estos estudios eran interpretados por el Dr. José Luis Martínez. Por otra parte, Es importante mencionar que en octubre del año 2016 comienza a funcionar un equipo de Resonancia Magnética que se recibió de parte del gobierno de Japón. Concluyendo, el 23 de enero de 2017. La ministra de Salud junto con el Embajador de Japón inauguró la resonancia magnética del Hospital Nacional de Niños Benjamín Bloom (4).

1.1.2 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA:

Para los años de 1971 el doctor Raymond Damadian tras varias pruebas detecta el primer tumor transmitido por la resonancia magnética y por el cual enfermedades que son distinguidos en los tejidos son emitidos por señales que varían según la duración en respuesta al campo magnético. Tras la evolución de la resonancia la primera instalación de un equipo de esta alta gamma resalto en el área privada en El Salvador y consecutivamente en el enfoque del Servicio Nacional, con el tiempo en que es un hito de primera instancia su evolución apoya en el diagnóstico. En la actualidad la resonancia magnética facilita el diagnóstico clínico de un paciente ya sea adultos o jóvenes según sea la edad .debido a que aporta veracidad y eficiencia a la evaluación del estudio, esta técnica permite obtener información más detallada y precisa para un análisis más confiable y dado que se trata de un método de diagnóstico por imágenes que evoluciona para mejorar el desempeño primordial en resolver e identificar patologías que no se observan en otros estudios .por ciertos criterios y la complejidad de esta área existes circunstancias que se pueden dar antes del proceso o un error en la que la imagen es afectada y da un mal diagnóstico ya que por su alta demanda requiere estrictamente tiempos prolongados para obtener imágenes de alta calidad y precisión .este estudio a veces es necesario que se administre un medio de contraste que es vital para diferenciar secuencias entre sí. Para el personal profesional del área radiológica que realizan estudios en esta especialidad, es necesario conocer el funcionamiento del equipo, almacenamiento y cuidados preventivos en su entorno entre otras particularidades; y cómo éstas afectan internamente y externas para interpretar los resultados con mayor precisión, siendo esto que, perjudica al paciente y atrasa el estudio, es por ello que aún no se sabe con certeza que factor incide para que provoquen errores en el proceso de proyección de una imagen por ello por lo que se debe tener precaución y medidas especiales para el cuidado del equipo. Así mismo, es necesario identificar cuáles son los errores que pueden cometerse en este procedimiento si provienen del propio equipo de resonancia magnética, errores técnicos o factores humanos.

1.1.3 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Por lo que se describió anteriormente, al grupo investigador se le presentó la siguiente interrogante, la cual sirvió de base en la investigación:

¿Cuáles son los factores que inciden la repetición de una resonancia magnética en pacientes adultos donde estudiantes de la carrera de radiología e imágenes de la Universidad de El Salvador realizan sus prácticas hospitalarias?

1.2 JUSTIFICACIÓN

Esta investigación es importante ya que identifica los diferentes factores que inciden en la repetición de una RM en pacientes adultos, así mismo conocer cuáles son las causas que influyen en dicho problema, por lo que también se pudo conocer sus consecuencias. La repetición de un estudio de RM en pacientes adultos es una problemática relevante en la práctica, ya que puede generar costos adicionales, prolongar la adquisición del estudio que generan inconvenientes tanto para los pacientes como para el personal de radiología por lo que es esencial poder identificar todos los factores que inciden en la necesidad de repetir un estudio. Estos diversos factores pueden influir en la repetición de una resonancia magnética en las que se hace relevancia la mala posición del paciente, indicaciones inadecuadas, claustrofobia, movimiento voluntario o involuntario, artefactos, fallas técnicas en el equipo entre otros, por lo que la presente investigación identifico y describió factores que permiten a otros investigadores, apoyarse en investigaciones futuras relacionadas con el tema y desarrollar estrategias según sea la incidencia. Además, esto beneficia a otros estudiantes que se encuentran en formación en la carrera de radiología e imágenes, cuando se enfrentan a estas problemáticas al realizar sus prácticas hospitalarias en el área de RM en donde podrán acceder a esta investigación. Es importante el aporte al tener en cuenta conlleva a mejorar la realización de estudios de IRM tanto en la adquisición como en el diagnóstico al obtener imágenes de alta calidad y precisión beneficiando no solo al paciente sino al personal, al adquirir conocimiento y destrezas para manejar ciertas situaciones que perjudiquen la adquisición de un estudio disminuyendo la repetición de los mismos, lo que podría reducir el índice de estudios repetidos mejorando las reseñas de cada institución y del área en donde se realicen, cabe mencionar que el estudio es un procedimiento con gran demanda de pacientes por la limitada cobertura de equipos de RM en hospitales públicos y seguros por lo que la eficacia para realizarlos es de suma importancia para poder cubrir el mayor número de pacientes por turnos. Por lo descrito anteriormente esta investigación es de gran relevancia para el ámbito teórico y práctico del personal que labora en el campo clínico y estudiantes en formación de radiología.

1.3 VIABILIDAD Y FACTIBILIDAD

Viabilidad

La investigación fue viable y se realizó en el periodo de marzo a julio del 2025. Fue posible costear los recursos necesarios para llevarla a cabo, costos que fueron asumidos por el grupo investigador por lo que se contó con los recursos materiales y tecnológicos que fueron esenciales en la investigación, se obtuvo la suficiente información de diversas fuentes como: Internet, libros y revistas digitales sobre el tema de los factores que inciden en la repetición de una resonancia magnética en pacientes adultos, es importante mencionar que se nos otorgó el permiso de las jefaturas del departamento de radiología de los hospitales donde estudiantes de la carrera e imágenes de radiología de la Universidad de El Salvador (UES) realizan sus prácticas hospitalarias para llevar a cabo esta investigación.

Factibilidad

La investigación se llevó a cabo porque se tuvo a disposición los recursos humanos y materiales necesarios para poder realizarla, se pudo ejecutar ya que se permitió mediante un proceso de solicitud acceder a las instalaciones del departamento de radiología de los hospitales donde los estudiantes de la carrera de radiología e imágenes realizan sus prácticas hospitalarias en el área de IRM con el fin de recopilación de información sobre los factores que inciden en la repetición de una resonancia magnética en pacientes adultos. El grupo investigador fue capacitado y guiado por un asesor altamente calificado en el tema, lo cual fue importante para llevar a cabo dicha investigación, además se dispuso de organización, responsabilidad y compromiso por parte del grupo investigador interesado en desarrollar esta investigación en el periodo de marzo a julio del 2025.

1.4 OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar qué factores inciden en la repetición de una resonancia magnética en adultos de hospitales donde estudiantes de la carrera de radiología de la Universidad de El Salvador realizan prácticas hospitalarias.

Objetivos Específicos

- Definir los factores técnicos que producen la repetición de una resonancia magnética en pacientes adultos de hospitales donde estudiantes de la carrera de radiología de la Universidad de El Salvador realizan la práctica hospitalaria.
- Describir los factores humanos que intervienen en la repetición de una resonancia magnética en adultos de hospitales donde estudiantes de la carrera de radiología de la Universidad de El Salvador realizan la práctica hospitalaria.
- Identificar los errores tecnológicos que inciden en la repetición de una resonancia magnética en adultos de hospitales donde estudiantes de la carrera de radiología de la Universidad de El Salvador realizan la práctica hospitalaria.

CAPÍTULO II

2.1 MARCO TEORICO

Debido a la importancia de conocer los factores que inciden en las repeticiones de una resonancia magnética a continuación se describe conceptos necesarios para comprender el funcionamiento, generalidades y estos aportes a la información para que se detalle de la mejor manera este apartado.

La Resonancia magnética

La Resonancia Magnética es un método de diagnóstico por imágenes que no utiliza radiación ionizante. Se basa en las propiedades magnéticas de los núcleos de elementos como el hidrógeno, permitiendo así el estudio morfológico y funcional de diversas estructura y sistemas del cuerpo humano. Durante el procedimiento de resonancia magnética se utilizan ondas de radiofrecuencia emitida por los protones del tejido examinado, luego de ser expuestos a un campo magnético. La señal que emite cada protón es capturada y procesada por programas informáticos, transformándola en imágenes diagnósticas de alta calidad. También se puede utilizar medio de contraste en determinados casos donde aportan información adicional (5). Por consiguiente, Los primeros datos del fenómeno de la resonancia magnética se remontan según Bloch Feliz y Purcel Edward (1946) “Demostraron que la resonancia magnética es determinada por núcleos, bajo campos magnéticos intensos y estos absorben energía de radiofrecuencia (RF) generando a su vez una señal de RF capaz de ser captada por una antena receptora”.

Por otra parte, Paul Laterbury, (1973) llevó este fenómeno al ámbito médico y público, mostrando imágenes de dos tubos de agua, dando la posibilidad de implementarlo como imágenes diagnósticas. Por otro lado, En 1979, se obtuvieron las primeras imágenes topográficas de una cabeza humana. En 1982, en Londres se instaló el primer prototipo de tomógrafo por resonancia magnética nuclear y en diciembre de 1983, así mismo, en España se obtuvo el primer equipo para un centro médico. Diez años después el American Collage of Radiology consideró a la tomografía por IRM como técnica estándar en el campo del diagnóstico médico. sin embargo, Las imágenes en resonancia magnética (IRM) cada vez son más usada como método de diagnóstico y se

encuentra instalada en un mayor número de hospitales y clínicas especializadas. Mientras que, estas presentan ventajas con respecto a otras técnicas de imagen médica desarrollando una capacidad de penetración sobre el cuerpo humano. Es decir que, permite penetrar hasta el interior del hueso, de forma que podamos diagnosticar problemas que antes no eran posibles. Se trata de una técnica no invasiva, ya que, en contraposición a Tomografía axial computarizada (TAC) y radiografías (RX), esta técnica no ioniza las moléculas del cuerpo que son sometidas a este método, lo que evita cualquier prejuicio sobre la inocuidad de este método (6). Entre las ventajas de una resonancia se detallan a continuación:

- Permite hacer cortes del cuerpo humano, en cualquier plano, y en equipos más modernos, se pueden realizar reconstrucciones en 3 dimensiones (3D) de las diferentes partes afectadas.

Las imágenes de IRM tienen una calidad de imagen muy buena. Esta técnica también tiene sus inconvenientes. Los cuales son:

- Cualquier persona que se realice una IRM no puede tener ningún implante metálico no compatible en el cuerpo, ya que el equipo que lo forma, cuenta, principalmente, con un imán de una gran potencia. Si se hiciese, el imán atraería el metal y lo podría desplazar de su localización en el cuerpo del paciente, o a causa de las corrientes de convección debidas a la inducción del campo magnético, producir quemaduras locales (6).

La funcionalidad de la resonancia magnética

Consecutivamente, la Resonancia Magnética es empleada en imanes poderosos que producen un potente campo magnético que obliga a los protones en el cuerpo a alinearse con ese campo. Cuando se pulsa una corriente de radiofrecuencia a través de un paciente, los protones son estimulados y giran fuera de equilibrio, luchando contra la fuerza del campo magnético. Cuando se apaga el campo de radiofrecuencia, los sensores de RM son capaces de detectar la energía liberada mientras los protones se realinean con el campo magnético. El tiempo que tardan los protones para realinearse con el campo magnético, así como la cantidad de energía liberada, cambian dependiendo del entorno y la naturaleza química de las moléculas. Los médicos son

capaces de identificar la diferencia entre los varios tipos de tejidos basándose en estas propiedades magnéticas. También, Para obtener una imagen por RM, se coloca a un paciente dentro de un imán muy grande y debe permanecer inmóvil durante el proceso para que la imagen no salga borrosa. Los medios de contraste (que a menudo contienen el elemento gadolinio) se pueden administrar al paciente por vía intravenosa, antes o durante la RM, para aumentar la velocidad a la cual los protones se realinean con el campo magnético. Mientras más rápido se realineen los protones, más brillante será la imagen (7). Las imágenes por resonancia magnética (IRM) solas se denominan cortes. en conclusión, Las imágenes pueden guardarse en una computadora, ver en un monitor, imprimir en un filme o escanear en un disco, un examen puede producir miles de imágenes, pero es el licenciado en radiología quien selecciona las imágenes de interés según la patología que investiga o quiere descartar para el diagnóstico que realice el medico radiólogo al paciente.

Tipos de resonancia magnética

En la actualidad existen diversos tipos de equipos de Resonancia Magnética (RM), los cuales se clasifican según la forma de la máquina, el fabricante, los componentes o la potencia de los campos magnéticos utilizados. A pesar de estas diferencias, el principio de funcionamiento esencial es el mismo. Entre los tipos de Resonancia magnética se mencionan máquinas de alto y bajo campo, así como equipos abiertos y cerrados. Además, existen equipos específicos para la evaluación de articulaciones, y se pueden encontrar marcas con distintas antenas que se utilizan en función de la zona del cuerpo que se desea estudiar. Es importante destacar que las diferencias en los atributos de los equipos pueden influir en la calidad de la imagen final obtenida en el examen. Lo antes mencionado hace énfasis en los tipos de resonancia que existes las cuales varían según:

- **Según la orientación del campo magnético (abiertas-cerradas):** Los equipos abiertos tienen la característica que el campo magnético va de arriba a abajo, en un plano vertical. En cambio, en los resonadores magnéticos cerrados, donde el paciente es introducido en el anillo interior, el campo magnético es horizontal. En el segundo caso la sensación de claustrofobia puede incrementar, dependiendo del diámetro del anillo interior

- **Según la intensidad del campo:** Dentro de las máquinas cerradas, en la actualidad encontramos una diferencia en intensidad de campo magnético, el cual determina la generación del equipo de resonancia magnética. En la nueva generación encontramos los equipos de 3 Teslas, mucho más avanzados que los actuales de 1,5 Teslas.

Diferencias entre la resonancia magnética abierta y cerrada

Debido a esto, la principal diferencia entre la resonancia magnética abierta y cerrada, es la manera en que se coloca al paciente durante la prueba. Igualmente, En la cerrada, se introduce al paciente dentro de un tubo en el que es más fácil concentrar el campo magnético y, por tanto, los resultados obtenidos son los más fiables, sin embargo, estos tubos tienen unas dimensiones de 70 centímetros de diámetro de media. En el caso de las resonancias magnéticas abiertas, se caracteriza por realizarse entre los que se coloca al paciente, que concentran el campo magnético mediante imanes. Es por ello, que tienen menos calidad que las resonancias cerradas, al ser más difícil de concentrar el campo magnético. En muchos casos, pueden ser desaconsejadas, ya que pueden conllevar problemas en el diagnóstico y tratamiento de ciertas patologías, sobre todo zonas pequeñas, como manos, dedos, abdómenes entre otros. Por el contrario, la zona de apertura es de 180 cm y por tanto el paciente sufre menos claustrofobia a la hora de realizarse la prueba. En los beneficios de una resonancia con campo abierto están:

- Pueden ayudar a diagnosticar más enfermedades que las resonancias magnéticas abiertas.
- Pueden ofrecer un escaneo rápido: debido a la fuerza del campo magnético, generalmente también pueden escanear más rápido, incluso si aún puede tomar un poco de tiempo hacerlo, dependiendo de la parte del cuerpo que el médico necesita escanear.
- Capturan imágenes de alta calidad: un beneficio significativo de las resonancias magnéticas cerradas es que pueden capturar imágenes detalladas de alta calidad debido a su campo magnético más fuerte.

Beneficios de la resonancia abierta

La resonancia magnética abierta beneficia principalmente a niños y a personas que sufran claustrofobia, obesidad o deformidades de la columna. Está construida en forma de “C” de manera a que el paciente nunca esté completamente encerrado en el aparato. Aunque esta máquina estudiaba únicamente las articulaciones de las extremidades y zonas periféricas, ahora ya permite evaluar las zonas de la columna y el área cerebral. Al realizar las imágenes por resonancia magnética en un equipo abierto, se emplean imanes permanentes, que son más fáciles de mantener. Una vez dicho esto, es generalmente aceptado por la comunidad médica que el sistema de resonancia magnética más preciso es la resonancia magnética cerrada, la cual permite una exploración más detallada y precisa y por lo tanto es de mayor utilidad a la hora de dar un diagnóstico.

Entre las ventajas que presenta ambos tipos de resonancia magnética están:

1. No utiliza radiación ionizante, reduciendo riesgos de mutaciones celulares o cáncer.
2. Permite cortes muy finos (1/2 mm o 1mm) e imágenes muy detalladas permitiendo observar detalles anatómicos no apreciables con otro tipo de estudio.
3. Permite la adquisición de imágenes multiplanares (axial, sagital, coronal), simplificando por ejemplo el estudio tridimensional del encéfalo, sin necesidad de cambiar de postura al paciente.
4. Detecta muy rápidamente los cambios en el contenido tisular de agua.
5. No causa dolor.

Por el contrario, los beneficios de esta área también presentan sus desventajas en la adquisición de las imágenes, Por otro lado, la utilidad de la RM se ve limitada por:

- La larga duración del examen (la mayor parte de las RM llevan entre 30 y 60 minutos).
- El costo económico (superior a los de otros estudios similares).
- Los problemas planteados en lo que respecta a dispositivos de soporte vital (apoyo ventilatorio mecánico, marcapasos), materiales ferromagnéticos presentes en el paciente (proyectiles de arma de fuego, material de osteosíntesis)

- Sistemas de tracción esquelética o de inmovilización, que pueden interferir en la calidad de la imagen o incluso conllevar riesgo para la vida del paciente por movilización de dichos componentes.
- Sensación de claustrofobia cuando se está adentro del resonador. en mayor porcentaje de imposibilidad para realizar la exploración se debe a este tipo de problemas, llevando a la necesidad de sedar al paciente en algunas ocasiones.
- El equipo de resonancia magnética cerrada es ruidoso lo que puede incomodar en muchas ocasiones al paciente.
- Es posible que no encaje si es un paciente con sobrepeso para un equipo cerrado.

Los componentes fundamentales de una Resonancia magnética son:

- **El imán:** Es el responsable de la creación del campo magnético externo.
- **Los gradientes magnéticos:** Necesarios, entre otras funciones, para seleccionar el plano de estudio y codificar la señal recogida en la antena receptora.
- **El sistema de radiofrecuencia:** Comprende el conjunto de elementos indispensables para transmitir y recibir los pulsos de RF.
- **El software para programar las secuencias.**
- **El software para procesar la señal y reconstruir la imagen.**
- **El monitor para observar las imágenes.**
- **El software para realizar el procesado de la imagen.**

Todo este conjunto de elementos técnicos, imprescindibles, se van a distribuir en tres zonas:

- a) **Sala del imán:** Es la sala en la que se realiza la exploración a los pacientes. En ella se encuentran situados el imán principal, el sistema de gradientes magnéticos y el sistema de Radiofrecuencia.
- b) **Sala de control:** Es la zona donde se ubica la consola de trabajo desde la que se programan las exploraciones. Se trata, por tanto, de la sala del operador. Desde ella se controla visualmente al paciente, se puede establecer contacto oral con él y se trabaja con la imagen.

c) **Sala técnica:** El nombre hace alusión a que en ella realizan su trabajo, la mayor parte de las veces, los técnicos de la empresa encargada del mantenimiento del equipo. Alberga los armarios desde los que se controlan el imán principal, los gradientes magnéticos y el sistema de radiofrecuencia.

La sala se encuentra aislada del exterior por un recubrimiento de cobre cuya misión es evitar interferencias de Radiofrecuencias externas. Que recibe el nombre de Jaula de Faraday. En cambio, La sala se comunica con la sala de control a través de una ventana que cuenta con un grueso vidrio y un fino apantallamiento tipo celda. A través de ella se establece contacto visual con el paciente a efectos de vigilancia y control. Entre sus características de diseño se destacan en la construcción no se puede utilizar materiales ferromagnéticos y que ha de contar con interruptores de parada de emergencia del imán, los cuales sólo deberán utilizarse en casos de extrema urgencia (QUENCH). Todas las salas que contienen imanes superconductores que cuentan con un sistema de alarma que se dispararía en el caso de que se produjera un escape de Helio en gas.

Sala del imán

Debido a la gran cantidad de calor que se genera en el interior de la sala, y teniendo en cuenta la alta sensibilidad de todos los elementos del equipo, se precisa un sistema de refrigeración que mantenga la sala en torno a los 21° C. Debe contar con inyector compatible, para los estudios que requieran la utilización de contraste introducido y en la medida de lo posible con elementos de sujeción y comodidad para el paciente. También hay elementos de suma importancia que se detallan a continuación:

- Imán
- Bobinas de gradientes
- Sistema de radiofrecuencia
- Antenas

Sala de control

Se encuentra situada al lado de la sala del imán y está comunicada con ésta por medio de una ventana de vidrio apantallado. Requiere una superficie aproximada de 10 metros cuadrados

para albergar a todos sus elementos y al operador del equipo. Recibe este nombre la zona de trabajo del técnico de RMN y alberga una serie de componentes, entre los que podemos destacar:

1. **La consola de trabajo:** Desde ella se realiza la programación de las exploraciones; en ella se recogen los datos, y a través de ella se puede mantener contacto oral con el paciente.
2. **El ordenador de control del sistema:** Aunque muy condicionado por el continuo desarrollo informático, podemos decir que comprende como mínimo dos equipos. Uno de ellos, el ordenador principal, permite ejecutar el software de interfaz con el usuario y por tanto ejecutar todas las funciones del equipo; es decir, seleccionar y modificar parámetros, visualizar imágenes, archivarlas en distintos soportes, enviarlas a un PACS, a una impresora láser o a diferentes estaciones de trabajo remotas y realizar trabajos de posprocesado con la imagen. El segundo es un potente ordenador, con varios microprocesadores, que se va a encargar de realizar todos los cálculos matemáticos de la transformación de Fourier, a partir de los datos recogidos en la antena receptora.
3. **Los dispositivos de archivo:** Las imágenes obtenidas se van a ir almacenando temporalmente en el disco duro del equipo, pero para su almacenamiento permanente se utilizan diferentes soportes de imagen (CD, DVD, MOD). A medida que se han ido implantando los Sistemas de Archivo y Comunicación de Imágenes (PACS), estos dispositivos han ido perdiendo utilidad con excepción de los casos en los que el paciente requiere aportar sus estudios de imagen para ser tratado en otro centro médico o precisa una segunda opinión. Cuando esto ocurre el soporte más utilizado es el CD o el DVD.
4. **La consola del inyector:** En ella se van a programar los volúmenes de contraste y las velocidades de perfusión en todos aquellos estudios en los que la inyección de contraste requiera la utilización de un inyector.
5. **La impresora láser:** Aunque cada vez más en desuso desde la universalización de los PACS, se utiliza en aquellos casos en los que las imágenes quieran ser registradas en soporte de acetato.
6. **Las estaciones de trabajo:** Aunque lo normal es que se encuentren en una sala distinta (sala de lectura o sala de informes) y próxima a la sala de control, hay centros en los que en ella podemos encontrar estaciones de trabajo para consultar estudios o realizar trabajos de posprocesado.

Podemos por tanto decir, a modo de resumen, que desde la consola de trabajo se controla todo el proceso de un estudio de Resonancia magnética en estos se detallan su orden de ejecución.

- a) Se registran los datos y el peso del paciente.
- b) Se monitorizan sus constantes.
- c) Se mantiene contacto oral con él.
- d) Se programan y envían las secuencias del estudio.
- e) Se visualizan las imágenes obtenidas.
- f) Se graban los estudios/se fotografían/se envían a un PACS u otros destinos.

Sala técnica

La sala técnica suele estar situada al lado de la sala del imán. Recibe este nombre porque es el lugar en el que se encuentran los armarios técnicos. Requiere una superficie aproximada entre 10 y 12 metros cuadrados. Es una zona de trabajo reservada, casi en exclusiva, a los Técnicos de Mantenimiento de los equipos. No obstante, hay determinados controles que, aunque de manera esporádica, pueden ser realizados en ella por el operador del equipo de RMN (verificación de los valores de volumen y de presión del helio o comprobación de las temperaturas de entrada y salida del agua del circuito de refrigeración del compresor de helio, por ejemplo).

Los componentes más importantes que alberga la sala técnica son los siguientes:

1. Armario de control: Controla el imán principal y desde él se accede también al control del shim.
2. Armario de los gradientes: Contiene los elementos electrónicos para producir los gradientes magnéticos.
3. Armario de radiofrecuencia: Controla todos los elementos que participan en el sistema de RF.
4. Armario del compresor: Controla el correcto funcionamiento del compresor de Helio.
5. Sistema de refrigeración del compresor de Helio: Es un sistema de entrada y salida de agua, de tal forma que el agua entra y enfría el sistema y, a continuación, sale del mismo tras haber aumentado unos grados su temperatura.

La sala técnica, al igual que ocurría con la sala del imán, tiene unos requerimientos muy exigentes de control de la temperatura. Para garantizar un correcto funcionamiento de los componentes electrónicos que alberga, no debería superar los 21°C (6).

Recursos humanos para llevar a cabo un estudio de RM

- **Médico Radiólogo:** realizará evaluación y anamnesis al paciente antes del procedimiento. Realizar el consentimiento informado. Planificará y dirigirá el estudio. Decidir sobre la utilización del contraste y la adquisición de técnicas complejas de adquisición de imagen (espectroscopía, Perfusión). Acompaña al paciente durante la realización del procedimiento asegurando el bienestar de este durante el procedimiento. Realiza el informe del estudio de resonancia magnética.
- **Anestesiólogo:** en caso de pacientes que requieren sedación el médico anestesiólogo realiza la evaluación pre anestesiológica, brinda la sedación fuera de SOP en la sala de resonancia magnética y brinda atención al paciente luego del procedimiento en la sala de recuperación.
- **Licenciado en radiología:** es el encargado de la adquisición del estudio bajo la dirección del médico radiólogo encargado y cumpliendo con los lineamientos plasmados en la presente guía: Vela por el bienestar e integridad del paciente en la sala de resonancia magnética, Vela por la bioseguridad en la sala de resonancia magnética. Realiza el post proceso y envía las imágenes al PACS.
- **Licenciada en enfermería:** Se encarga de la preparación física y emocional del paciente. Asiste al médico anestesiólogo en el procedimiento de sedación. Así mismo se encarga de la canalización de la vía periférica, y administración de contraste al paciente por indicación del médico radiólogo. Vela por el bienestar del paciente antes y después del procedimiento, en la sala de resonancia magnética y en la sala de recuperación del servicio de diagnóstico (7) .Con base a las salas de control y su ubicación también es necesario que todas las imágenes sean enviadas a una base de datos la cual se detalla a continuación:

Sistema de almacenamiento y transferencia de datos

El servidor PACS, es un sistema encargado del almacenamiento digital, de la transmisión y de la descarga de imágenes radiológicas. Estos sistemas se componen de software y hardware, que se comunican directamente con las denominadas modalidades y es a través de estas, que se obtienen las imágenes. Las imágenes son transferidas hacia el visor PACS (software cliente para visualización y emisión de informes radiológicos), las cuales pueden ser estaciones de trabajo o dispositivos móviles. Un PACS lo podríamos considerar como un sistema de almacenamiento de imagen radiológica, las modalidades son cada una de las técnicas usadas para la obtención de imagen: Tac, Resonancia, Ecografía. La unidad funcional del PACS es el estudio. Las imágenes no se suelen tratar de forma independiente, sino que se agrupan en series estas a su vez se agrupan en estudios. Un estudio por tanto puede contener una o varias series, cada una de ellas con una o varias imágenes. Esta agrupación de imágenes/series/estudios ya viene estructurada desde su origen en las distintas modalidades.

Un PACS puede estar compuesto por uno o varios servidores, junto con uno o varios dispositivos de almacenamiento secundario. Todo gestionado por un software, se cuenta con un PACS cuando poseemos un almacén lógico de imágenes las cuales pueden ser recuperadas desde programas habilitados para tal fin, según nuestra necesidad, ya sea de forma inmediata para estudios actuales o de forma retardada para estudios almacenados en dispositivos de almacenamiento secundario. La cuales las más importante son:

1. La Memoria Primaria (Cache Primario): Es la memoria de trabajo donde el sistema PACS ubica los estudios que recibe o envía y a los cuales el destinatario puede acceder en un tiempo muy corto entre uno o varios segundos, siendo la ventaja más importante, la velocidad de acceso. El inconveniente es su limitación de tamaño. Un estudio sólo podrá permanecer temporalmente en esta memoria dependiendo de la cantidad de memoria disponible y de la cantidad de estudios que genere el centro, este periodo oscilará entre unas pocas semanas o algunos meses.
2. Memoria secundaria(archivo): A esta memoria se accede para el almacenamiento permanente de los estudios recibidos en la Memoria Primaria y para recuperar estudios que por su

antigüedad ya no se pueden encontrar en la Memoria Primaria. Es una ubicación de acceso lento (en comparación con la primaria), Podemos hablar de medio minuto a varios minutos desde la solicitud hasta la recepción del estudio, dependiendo del soporte usado. La ventaja es su gran capacidad de almacenamiento.

3. Memoria Remota (Cliente PACS) Así mismo, Las estaciones clientes PACS, quienes generalmente son a quienes se les transfieren las imágenes se pueden configurar con su propia memoria de almacenamiento para que reciban copias de estudios sin tener que solicitarlos.

Su principal inconveniente es que su capacidad está muy limitada. Dentro de este tipo de arquitecturas, el protocolo DICOM juega un papel relevante ya que es el llamado formato universal para el intercambio de imágenes médicas digitales y es a su vez el protocolo específico que utilizan los sistemas PACS DICOM, que significa Imágenes Médicas y Comunicaciones en la Medicina se refiere a un estándar hospitalario médico que es reconocido mundialmente y aplicado en cualquier disciplina que utilice imágenes para el cuidado de la salud. Las normas DICOM fueron creadas por la asociación entre el colegio americano de radiología y la asociación nacional de fabricantes eléctricos (NEMA).

En consecuencia, El estándar en Imagenología Digital y Comunicaciones en Medicina describe los medios de formato e intercambio de imágenes médicas y la información relacionada para facilitar la conectividad de dispositivos y sistemas médicos, aunque también se pueden usar otros protocolos específicos para capturar las imágenes. DICOM es una norma internacional utilizada para almacenar imágenes médicas como Tomografía Computarizada (CT) e Imágenes por Resonancia Magnética (MRI). Normalmente, cada porción de imagen de CT o MRI se guarda en un archivo DICOM individual. DICOM permite la conectividad e intercambio de datos entre: Dispositivos de adquisición de imágenes / Modalidades: rayos X, TC, RM, NM, US, Estaciones de trabajo de diagnóstico, Sistemas de Gestión de Imagen (PACS), Sistemas de Información de Radiología (RIS), Sistemas de Información de Cardiología (CIS); Un archivo DICOM está compuesto por dos grandes campos: una cabecera formada a su vez por otros campos que especifican tanto datos administrativos como de la imagen, y el cuerpo con la imagen (9).

Parámetros utilizados en resonancia magnética

De igual manera que las imágenes se almacenan en un base de datos es necesario conocer los parámetros que se utilizan en resonancia magnética a nivel tisular, Los tejidos en las imágenes de Resonancia depende de dos factores necesarios para realizar un estudio los cuales son : los **Factores intrínsecos** (tiempos de relajación T1 y T2 y densidad protónica) y **Factores extrínsecos** (tiempo de eco, tiempo de inversión, tiempo de repetición, ángulo entre otros) por tanto, se definen como las partes esenciales para que se produzcan las imágenes en los cuales se detallan: principalmente, **factores intrínsecos**: los cuales son inherentes al tejido que se estudia, por lo que no se tiene control sobre ellos. Entre los parámetros se detallan:

- **El tiempo de relajación en T1:** es el tiempo que tardan los protones en liberar el exceso de energía.
- **El tiempo de relajación en T2:** basado en el tiempo que tardan los protones en decaer.
- **La densidad protónica (DP)** es el número de protones en el volumen de la imagen.

Parámetros Extrínsecos

Son potenciadores de las diferencias de composición de los tejidos que van a determinar diferencias en los T1 y T2 de los mismos. Son seleccionados por el operador, definiéndose como:

- **TR o tiempo de repetición:** es el tiempo entre un pulso de radiofrecuencia y el siguiente.
- **Tiempo de eco (TE):** es el tiempo que transcurre entre un pulso de radiofrecuencia y la obtención de un eco.
- **Angulo de basculación (FA o “flippel angle”):** es el ángulo utilizado para hacer bascular el vector de magnetización longitudinal,
- **Tiempo de inversión T1 (TI).**

Parámetros intrínsecos

Los parámetros intrínsecos son aquellos que no se pueden cambiar porque son inherentes a los tejidos. Por este motivo se considera un factor intrínseco, que condiciona el contraste de la imagen. Cada tejido tiene una relajación diferente, y por ello, una señal de RM diferente, expresada en el contraste tisular. Un mismo tejido puede presentar contrastes diferentes al estar expuesto a una enfermedad o presentar tumoración; en estos casos en la imagen se aprecian áreas de alta señal y áreas de baja señal. Otro factor intrínseco del contraste es el número o la densidad de protones en el tejido a estudiar, que tiene una relación directa con la señal y con el contraste.

- **Relajación T1 y contraste T1:** Es el tiempo que necesitan los protones para volver a su estado inicial una vez ha cesado el pulso de excitación. Los protones de los tejidos recuperan la magnetización longitudinal de manera creciente. En este tiempo, llamado T1, el espín interactúa con el entorno que le rodea, y por ello cada tejido tiene un T1. No obstante, El T1 no sólo depende del tejido (tiene relación directa con la tasa de crecimiento de la magnetización longitudinal), sino también de la fuerza del campo magnético. Así, a mayor fuerza del campo magnético, más lenta es la relajación T1.
- **Relajación t2 y contraste t2:** El tiempo de relajación T2 ocurre cuando los espines pierden su coherencia o fase de precesión por las interacciones entre ellos. Están en el plano transversal, formando una magnetización transversal.
- **La densidad protónica (DP)** es un factor intrínseco del contraste tisular, y tiene relación directa con el número de protones por volumen en cada tejido: a más protones, más señal. La señal del hueso es baja, porque es un tejido con pocos protones, y lo mismo sucede en estructuras con aire, tales como los senos paranasales, En el cerebro se diferencia muy bien la corteza cerebral (más señal) (10).

Clasificación de las secuencias

Posteriormente, Las secuencias en RM son la combinación de pulsos de radiofrecuencia y de gradientes de campo magnético, aplicados en períodos de tiempo de forma ordenada y repetida. Los tejidos dan respuesta a estas secuencias, con señales que forman las imágenes diagnósticas. Las secuencias están compuestas por: pulsos de radiofrecuencia: indispensables para el fenómeno

de resonancia, pulsos de gradientes de codificación espacial (2D o 3D): determinantes en las variantes de llenado del espacio K, y se clasifican como:

- Grupo eco de espín (SE): Todas las variantes con pulsos de radiofrecuencia de 90° y/o 180°
- Grupo eco de gradiente (EG): las cuales se subdividen en:
 1. Secuencias eco de gradiente clásicas.
 2. Secuencias eco de gradiente rápidas (EGR).
 3. EGR coherentes
 4. EGR incoherentes
 5. EGR con preparación tisular,
- Secuencias EPI (eco planar imagen).
- Secuencias híbridas: GRASE. Dentro de este tipo de secuencias se obtiene las adquisiciones volumétricas (10).

Filtros en resonancia magnética

Los filtros de onda electromagnética son dispositivos que tienen la capacidad de manipular las señales electromagnéticas en una variedad de formas, permitiendo que ciertas frecuencias pasen mientras bloquean otras. Los filtros de onda electromagnética son esenciales en numerosas aplicaciones tecnológicas, desde la comunicación inalámbrica hasta la resonancia magnética en medicina. Para lograr esto, el filtro está diseñado para resonar o “vibrar” a ciertas frecuencias mientras ignora otras. La frecuencia a la que un filtro resuena se llama su frecuencia de resonancia. Existen diferentes tipos de filtros de onda electromagnética, cada uno diseñado para trabajar con una determinada gama de frecuencias. Por ejemplo, un filtro paso alto permite que las ondas con una frecuencia por encima de un determinado umbral pasen, mientras que un filtro paso bajo hace lo contrario. Los filtros de onda electromagnética se pueden dividir en varias categorías dependiendo de las frecuencias que dejan pasar. Como mencionamos anteriormente, existen filtros paso alto y paso bajo, pero también existen filtros paso banda y rechazo de banda. Un filtro paso banda permite que las frecuencias dentro de un rango específico pasen, mientras que un filtro de rechazo de banda hace exactamente lo contrario, bloqueando un rango específico de frecuencias.

En medicina, los filtros de onda electromagnética se utilizan en dispositivos de imagen por resonancia magnética (MRI) para asegurar que solo las frecuencias correctas sean utilizadas, mejorando la claridad y precisión de las imágenes generadas.

Artefactos en resonancia magnética

Son detallados por el malfuncionamiento del sistema en los cual se distorsiona la resolución en las imágenes. Por esto, un artefacto aparece en la imagen que no se encuentra presente en la imagen original a representar. siendo esto, el resultado del funcionamiento inapropiado del equipo, en consecuencia, de procesos naturales del cuerpo humano. con respecto, a su clasificación varía de acuerdo con sus orígenes. Suelen clasificarse en función de la causa que lo ha generado (paciente, obtención de la imagen, campo magnético, gradientes del campo magnético, antena).

Los artefactos relacionados con la obtención de imágenes se pueden deber a varias causas: artefacto de superposición, de transacción, de desplazamiento químico y por volumen parcial.

Los artefactos Suelen clasificarse en función de la causa que lo ha generado:

- paciente
- campo magnético
- gradientes del campo magnético
- antena.

Artefactos generados por el paciente

Estos artefactos están influidos por el movimiento del paciente, ya que, si este movimiento se produce durante la adquisición de la imagen, dará lugar a una pérdida de nitidez o a la aparición de falsas estructuras, que podrían conducir a errores diagnósticos. Para hacer más cómoda la prueba y poder mantener una posición adecuada del paciente, es de gran utilidad el uso de almohadillas y correas de inmovilización. También pueden producirse artefactos por movimientos que el paciente no puede controlar y se mencionan a continuación:

- Movimientos oculares, (son responsables de la aparición de artefactos en la dirección de la fase).
- Movimientos respiratorios, (En este caso se obtienen réplicas de la anatomía de la pared torácica que está en movimiento, debido a la respiración)
- Latidos cardíacos, (provocan réplicas de la anatomía que está en movimiento. En cambio, si el movimiento no es constante, provoca una pérdida de nitidez conocida como blurring (emborronamiento)).
- Peristálticos, (Los movimientos peristálticos del tubo digestivo provocan un movimiento continuo y aleatorio del contenido abdominal sin que exista ninguna señal que se pueda sincronizar para evitar tal artefacto)
- Debidos al flujo sanguíneo o del líquido cefalorraquídeo.

Artefactos generados por el campo magnético: Los artefactos generados por el campo magnético pueden ser debidos a dos motivos: a la susceptibilidad magnética o al fenómeno del ángulo mágico.

Artefacto de susceptibilidad magnética. El campo magnético principal se puede alterar por factores externos tales como radios, ascensores, móviles, entre otros. Los equipos de resonancia cuentan con sistemas que homogenizan el campo magnético (shimming) y apantallan (shielding) estos factores externos. Por tanto, este tipo de artefacto se puede producir por la susceptibilidad magnética entre tejidos o bien por la presencia de algún objeto metálico que lleve el paciente, tales como (pendientes, horquillas, piercing, prótesis metálicas, clips quirúrgicos, prótesis dentales). La presencia de un objeto metálico se caracteriza por la pérdida de señal de la zona de estudio, que suele ir acompañada por un borde de alta intensidad de señal. Así mismo se enfocan en alterar el campo y la zona cercana al estudio. Por consiguiente, Dependiendo de su comportamiento magnético, las sustancias se pueden clasificar en: Diamagnéticas, Paramagnéticas y Ferromagnéticas.

- **Diamagnéticas:** Provocan diferencias en el campo magnético, produciendo ausencia de señal en la localización del objeto metálico y en su periferia. Estas sustancias, que disminuyen

ligeramente la intensidad del campo magnético y no son atraídas por el campo magnético. Pueden ser exógenas (oro, plata, platino, titanio, tungsteno, materiales cerámicos y fibras sintéticas), compatibles con la RM, o endógenas (el cuerpo humano).

- **Paramagnéticas.** Aumentan la intensidad del campo magnético y son atraídas ligeramente por el campo magnético. También pueden ser exógenas (gadolinio) o endógenas: ferritina y hemosiderina.
- **Ferromagnéticas.** Aumentan el campo magnético de manera muy elevada y son atraídas fuertemente por el campo magnético, por lo que producen una pérdida de señal y provocan un gran artefacto de imagen.

Fenómeno del ángulo mágico: Este artefacto se produce en tendones y ligamentos que se encuentran orientados en un ángulo de $54,7^\circ$ con respecto al campo magnético principal. mediante este ángulo, la interacción entre el agua y el colágeno de las fibras desaparece, produciendo una alteración de la señal. El artefacto por fenómeno del ángulo mágico suele aparecer en los tendones del manguito de los rotadores y en el tendón rotuliano cuando se aplican secuencias con tiempo de eco corto.

- **Artefacto por pérdida de linealidad de los gradientes de campo magnético:** Este artefacto se debe a que los gradientes sólo pueden producir campos magnéticos lineales en distancia limitadas, por lo que con un campo de visión grande habrá una mayor distorsión de la imagen, Se producirán imágenes curvadas en los bordes de la imagen.
- **Artefacto por corrientes inducidas (corrientes de Eddy)** En este caso se produce una pérdida de linealidad de los gradientes. Al usar múltiples gradientes en secuencias ultrarrápidas, aparece una corriente residual que genera un pequeño campo magnético. Da lugar a artefactos en la imagen tales como emborronamiento o desplazamiento espacial
- **Artefactos relacionados con la antena:** Los artefactos relacionados con la antena pueden tener varios orígenes: por interferencias en la radiofrecuencia, crosstalk, por proximidad de la antena o por saturación de la señal.
- **Artefacto por interferencias en la radiofrecuencia :** Este artefacto se produce por la entrada de radio frecuencias procedentes del exterior de la sala de exploración debido a un fallo en la

jaula de Faraday o a que la puerta de la sala se cerró de forma incorrecta. También se puede producir por radiofrecuencias que provienen del interior de la sala, originadas por cambios en la humedad o por el uso de ropas sintéticas, Todo esto contribuye a la aparición de electricidad estática que provoca la aparición de bandas claras y oscuras en la imagen. El artefacto zipper aparece como una línea densa en la imagen en un punto específico.

- **Artefacto por proximidad de la antena:** Se produce un aumento de la señal de los tejidos más cercanos a la antena receptora.
- **Artefacto por saturación de la señal:** El artefacto de “persiana veneciana” aparece en las imágenes de angiografía por RM en 3D debido a la ausencia de señal al final de cada volumen (los protones contenidos en el plano de corte saldrán de él dando un vacío de señal; produciendo saturación sobre los primeros cortes del siguiente segmento (10).

Factores que influyen en la repetición de estudios en resonancia magnética:

Existen diferentes factores que influyen para que se cometan errores al realizar una resonancia magnética en los cuales no solo son enfocados en las personas que se realizan el estudio, sino también se complementa con otros factores generados por acciones del equipo o por errores tecnológicos en el proceso de realizar una secuencia. Es por ello por lo que, se detallan los más importantes para persuadir un parámetro extendido antes de hacer un procedimiento y conocer los más comunes y no cometerlos en el proceso.

La repetición del estudio o la secuencia, no siempre se debe por problemas de los equipos en funcionamiento, sino que también se puede deber por errores que son ocasionados por el personal que labora dentro del área o por el paciente. Los más importantes se detallan a continuación:

Repeticiones debido a factores técnicos (personal):

Aunque el error durante los procesos de toma de diagnóstico por imagen puede ser frecuente y variado, se utiliza una clasificación descrita por Marc Smith, basada en los pasos del trabajo radiológico. Estos son: obtener una imagen, ver la imagen, reconocer la anomalía, discriminar

la anormalidad, comunicar el hallazgo, por último, procedimientos intervencionistas con sus posibles complicaciones.

A. Selección y desarrollo de secuencias:

Existen protocolos establecidos en el que los radiólogos son responsables de modificarlos cuando se requiera para responder a la interrogante que plantea el medico al solicitar la imagen. Esta responsabilidad del hacer y dirigir proporciona el espacio para errores no descritos y clasificarlos previamente en cinco categorías:

- **Estudio incompleto:** en RM, es la falta de secuencias.
- **Estudio con mala técnica:** Los artefactos de borrosidad producidos por el movimiento o respiración del paciente y aquellos ocasionados por deficiente técnica radiológica, deterioran la calidad de la imagen y son causa de error, así como también, no controlar, ni manipular adecuadamente los factores técnicos de los equipos de resonancia durante la obtención de la imagen.
- **Estudio mal marcado:** Ocurre cuando se marca erradamente la lateralidad de la imagen (izquierda o derecha), el nombre del paciente o la extremidad a la que pertenece la imagen.
- **Estudio inútil:** Cuando se realiza un estudio de imagen que al paciente no le ofrecerá beneficio en el diagnóstico que se pretende encontrar. Muestra la incapacidad del radiólogo para comunicarse con el médico tratante con el fin de cancelarlo o modificar la solicitud.
- **Selección incorrecta de secuencias:** Error que puede generarse por confusión, distracción o falta de concentración lo que provoca seleccionar secuencias innecesarias o repetidas.

Importancia de verificar la completitud de un estudio de resonancia magnética:

La verificación de que un estudio de resonancia magnética esté completo es fundamental para garantizar la precisión diagnóstica. Un estudio incompleto puede omitir estructuras anatómicas clave o no incluir todas las secuencias necesarias, lo que podría derivar en diagnósticos erróneos o insuficientes. Además, detectar a tiempo una omisión permite corregirla antes de que el paciente abandone la sala, evitando repetir el procedimiento en otra sesión, lo que ahorra tiempo,

recursos y reduce la incomodidad del paciente. Esta verificación también asegura el cumplimiento de los protocolos establecidos y contribuye a la calidad general del servicio radiológico.

B. Errores cometidos durante la observación:

Esta categoría es denominada: errores de percepción. Observar es el segundo paso en la tarea del radiólogo, y es lo que se desarrolla con más frecuencia: Dentro de este grupo existen las siguientes categorías:

- **Banco de memoria inadecuado:** La experiencia del observador influye en la apreciación. Lo percibido como significativo por el observador está, en parte, construido desde la memoria. El radiólogo, en su formación, debe memorizar la imagen normal para poder detectar lo anormal.
- **Satisfacción de la búsqueda:** Una vez se encuentra un hallazgo positivo hay una fuerte tendencia a suspender la búsqueda; se sabe que la percepción de cualquier imagen particular está limitada por la presencia de todas las otras imágenes en el campo visual.
- **Estado de ánimo:** El optimismo y el pesimismo alteran el grado de percepción. Quien mira buscando algo encuentra más información que quien lo hace pensando que no va a encontrar nada. Se han estudiado otros tópicos del estado emocional. Uno de ellos, la motivación personal: se ha encontrado que la percepción relacionada con motivos personales puede más rápida. El dolor, el alcohol y las sustancias psicoactivas afectan la atención del observador y disminuyen su desempeño.
- **Distracción:** La distracción es el factor más importante en la generación de errores de percepción, por encima de la fatiga o del tiempo usado para ver cada imagen (2). Vernon afirma que la percepción absoluta de mensajes visuales y auditivos es imposible. Al estudiar la percepción se encuentran argumentos a favor del silencio y del control del medio ambiente en la sala.
- **Malas condiciones de visualización:** (mala calidad de los equipos, de los monitores y luz ambiente inapropiada para una visión óptima.) Un error frecuente es visualizar las radiografías en el campo con luz de día en casos en que se han realizado con equipos digitales directos.

- **Exceso de confianza:** Al confiar que el procedimiento se va a realizar de manera efectiva sin ninguna complicación se comete un error ya que siempre se debe tener prevención en cada uno de los estudios y estar atentos a cada circunstancia que produjera un error.

C. Planeación y ejecución de procedimientos

- **Desconocer la preparación del paciente:** En algunas ocasiones se puede desconocer la preparación a seguir de un paciente para llevar a cabo un procedimiento de RM debido a la dificultad o la poca frecuencia de este lo que conlleva a cometer errores de ejecución.
- **Indicaciones inadecuadas:** Esto se da debido a que no todos los pacientes conocen las palabras técnicas que un licenciado le proporcione al momento de realizar un estudio por lo que es importante utilizar un lenguaje sencillo e incluso coloquial si el paciente lo requiere para que todas las instrucciones sean transmitidas de manera clara
- **Posicionamiento incorrecto:** Es un problema que se da por realizar el procedimiento de manera rápida sin verificar la alineación de las regiones anatómicas y del cuerpo completo en general o distraerse al momento de colocar el paciente
- **Mala colocación de bobinas:** Es importante cerciorarse de la correcta colocación de bobinas para no generar artefactos e imágenes deficientes, el personal es responsable de identificar la colocación incorrecta para corregir el error previo a empezar la adquisición del estudio
- **Planificación incorrecta de la región anatómica:** Error que se da por no abrir de manera adecuada el campo de cortes, excluyendo tejidos u órganos aledaños que sean de interés en el estudio

D. Capacitación del personal

El criterio propio del profesional en resonancia magnética influye de manera significativa al momento de agregar secuencias necesarias según la patología porque está directamente relacionado con la capacidad de adaptación, juicio clínico y optimización del estudio. El uso adecuado del criterio propio es señal de un profesional capacitado, que comprende tanto la

tecnología como la anatomía y la patología. Esto contribuye directamente a la calidad del estudio y del servicio radiológico.

- **Experiencia práctica en la ejecución del estudio:** Si bien no es indispensable, es un factor muy importante ya que previo a problemas experimentados le permite manejar o prevenir diversas situaciones que le lleven a repetir un estudio
- **Conocimiento teórico de los procedimientos:** Es imprescindible el conocimiento teórico de todos los procedimientos médicos y en este caso no es la excepción para poder ejecutar el procedimiento de manera efectiva abordando prevenciones y el manejo adecuado del paciente
- **Aplicación de la teoría en la práctica:** No solo importa conocer teoría de RM sino llevarla a cabo junto a la práctica de manera eficaz

E. Interacción con el paciente

Poco o nulo interés por el paciente: En ocasiones el personal puede minimizar las dolencias o complicaciones del paciente y centrarse únicamente en realizar el estudio, dejando de lado el bienestar emocional del paciente que puede verse afectado por su enfermedad

Desinterés en los estados de alerta del paciente: El paciente puede mostrarse temeroso o ansioso previo al estudio debido a que desconoce el procedimiento, por lo que el personal debe calmar las preocupaciones del paciente relacionados al estudio

Respuestas deficientes a las incógnitas del paciente: Debido a que muchas veces los pacientes se someten al procedimiento de RM por primera vez, es común que presenten preguntas relacionadas al equipo o al procedimiento, las cuales deben ser solventadas de manera que el paciente se sienta seguro al momento de realizarlo

Falta de empatía: Esta es la causa principal en la que se ve involucrado el personal debido a que se le hace rutinario las complicaciones con las que se presentan los pacientes reduciendo la empatía el paciente cada vez más, dejando de lado interacciones que contribuyan al bienestar de este.

Repeticiones de estudios relacionados al factor humano (pacientes):

Aunque las causas por las cuales se repiten los estudios o las secuencias son normalmente variables, hay algunas alteraciones en la imagen que pueden ser provocados por el mismo paciente en evaluación. Esto puede deberse a:

- **Movimientos voluntarios de los pacientes:** frecuentemente entran nerviosos o entran ansiosos a las áreas de tomografía o resonancia magnética, lo que puede provocar en ellos movimiento, intranquilidad al momento de la adquisición de la imagen, respiraciones, profundas o rápidas. Y pueden ser mitigados por control del mismo paciente.
- **Movimientos involuntarios del paciente:** estos son debidos a movimientos que no pueden ser controlados por lo pacientes. Y en ellos existen de dos tipos: Los Rítmicos: todos aquellos movimientos relacionados con la pared cardiaca, así mismo con la respiración y el pulso. Y los Rítmicos no Fisiológicos, donde se utilizan fármacos para inhibir la motilidad.
- **Estado emocional del paciente:** Los pacientes que se someten a una resonancia magnética (RM) pueden experimentar ansiedad y miedo en diferente magnitud, antes y durante el estudio, lo que en ocasiones provoca artefactos de movimiento o la finalización prematura.
- **Elementos externos al paciente:** Se habla de Prótesis, Implantes, Elementos personales y elementos ajenos al paciente, que pueden causar un artefacto en la imagen (11)

Factores tecnológicos que influyen para repetir los estudios

- **Problemas con las bobinas:** Las bobinas de radiofrecuencia son responsables de transmitir y recibir las señales de RM. Pueden ser bobinas de superficie, bobinas de cuerpo o bobinas dedicadas a áreas específicas del cuerpo. Debido a esto, Si una bobina está dañada, mal conectada o no se coloca correctamente sobre el área de interés, la calidad de la imagen puede verse comprometida. Esto puede resultar en imágenes borrosas o con baja resolución, lo que puede llevar a diagnósticos erróneos.
- **Software:** El software de un escáner de RM es crucial para la adquisición, procesamiento y visualización de imágenes. Puede haber problemas con el sistema operativo, controladores o el software específico de RM. perjudicando así Fallos en el software pueden causar que el escáner no

funcione correctamente, que se interrumpa el proceso de escaneo o que las imágenes no se guarden adecuadamente. Esto puede resultar en la pérdida de datos y la necesidad de repetir el examen.

- **Calibración:** La calibración del equipo es esencial para asegurar que las imágenes sean precisas y reproducibles. Esto incluye la calibración del imán, las bobinas y el software así mismo, Si el equipo no está correctamente calibrado, las imágenes pueden ser distorsionadas o no reflejar con precisión la anatomía del paciente. Esto puede llevar a diagnósticos incorrectos y a un tratamiento inadecuado.
- **Ruido excesivo:** Durante el escaneo, el equipo de RM produce ruidos fuertes debido a la vibración de las bobinas y otros componentes. Sin embargo, ruidos inusuales o excesivos pueden indicar problemas técnicos. Al presentarse un ruido excesivo puede ser incómodo para el paciente y puede ser un signo de que algo no está funcionando correctamente, como un problema mecánico en el escáner.
- **Problemas de comunicación:** La comunicación entre el escáner de RM y las estaciones de trabajo es crucial para la transferencia de datos. Esto incluye la transmisión de imágenes y la información del paciente.

Fallas en repeticiones tecnológicas

Fallas en el imán: El imán es el corazón del escáner de RM, y su función es crear un campo magnético fuerte y estable. Si hay un fallo en el sistema de enfriamiento (por ejemplo, en los imanes superconductores que requieren helio líquido), el imán puede perder su superconductividad, lo que se conoce como "quenching". por tanto, en consecuencia, puede resultar en una pérdida temporal o permanente de la capacidad del imán para generar el campo magnético necesario, lo que impide realizar exploraciones. Además, un quenching puede ser peligroso, ya que el helio líquido se expande rápidamente y puede causar daños al equipo y al entorno.

Interferencias electromagnéticas: La resonancia magnética es muy sensible a las interferencias externas. Equipos electrónicos cercanos, como monitores, computadoras o incluso teléfonos móviles, pueden generar campos electromagnéticos que interfieren con la señal de RM. Esto puede resultar en imágenes con artefactos, distorsiones o ruido, lo que dificulta la

interpretación de los resultados. En algunos casos, puede ser necesario repetir el escaneo, lo que aumenta el tiempo y los costos (11)

FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTA EL CAMPO MAGNÉTICO.

Señalización en resonancia: se puede diferenciar entre la señal en resonancia magnética como el conjunto de la información que se obtiene del estudio través de ondas de radiofrecuencia que se emiten en los tejidos y se detectan por la antena. Así mismo hace referencia a la rotulación en las áreas de resonancia magnética es importante para diferenciar las áreas donde se puede ingresar con los cuidados preventivos en dichas áreas .es importante identificarlas para que no se cometan imprevistos al ingresar al área de la resonancia magnética. Así mismo es la entrada a la sala del imán en el cual se colocan señales informativas de los riesgos y precauciones que se pueden evitar antes de ingresar. Así mismo, **El Ruido:** el ruido está relacionado directamente con el tamaño del voxel si los parámetros son afectados con el tamaño del voxel o el FOV y si en el momento de planificar la secuencia de adquisición se provoca una descalibración en un elemento de la bobina receptora conllevara a aumentar el ruido existente (10). Por otra parte, los **Materiales antimagnéticos:** son materiales que posee un beneficio y a su vez unas desventajas para los pacientes y el personal profesional del área si no se trata con las precauciones necesaria al ingresar al magneto. Los elementos ferromagnéticos pueden ser atraídos al hipocentro magnético con tal fuerza como para convertirse en proyectiles y causar daños graves tanto al paciente como al equipo. La mayoría del equipamiento médico para transportar pacientes contiene pequeñas cantidades de material ferromagnético que los hace ser atraídos al campo magnético de las salas de resonancia magnética. así como existen materiales que son propensos a traerse hay elementos que no son atraídos en el caso de materiales de aluminio, cobre. Que son similares en proporciones y son compatibles al campo de magnetización (10).

Seguridad en imágenes por resonancia magnética

Existen riesgos potenciales en el entorno de los equipos de resonancia magnética (RM) no sólo afectan a los profesionales que laboran en esta área sino también a las personas que se encuentran expuestos de manera ocasional a estos campos magnéticos relacionados tanto con el

equipo y el personal técnico que continuando un estudio por imágenes secuenciales al momento de realizar el estudio es necesario observar los datos del paciente con el fin de detallar y aclarar cualquier pregunta surgida en el paciente para no cometer errores antes de que sea introducido al resonador. sino se le cuestiona puede interferir negativamente en el estudio y hacer que sea propenso a no realizarse el estudio.es por esa razón que se necesita conocer las limitantes para no realizar una resonancia con el beneficio de identificarlas y superar cualquier barrera que está presente, propiamente dicho. La resonancia magnética tiene ciertas limitaciones en especial con pacientes que tienen cualquiera de los siguientes objetos metálicos en el cuerpo entre los más importantes están:

- Grapas (clips) para aneurisma cerebral.
- Ciertos tipos de válvulas cardíacas artificiales.
- Implantes en el oído interno (cocleares).
- Articulaciones artificiales recientemente colocadas, que no sean compatibles con resonancia magnética.
- Ciertos tipos de stents vasculares.

Es por eso que es muy importante dar las indicaciones claras al paciente para evitar accidentes dentro del equipo, es indispensable que el paciente coopere, y revisar que el equipo este en correctas condiciones de uso. Se debe indicar al paciente que no una sus extremidades para evitar puntos calientes por fricción y con ello se evita quemaduras. Es muy importante dar las indicaciones claras al paciente para evitar accidentes dentro del equipo, es indispensable que el paciente coopere, y revisar que el equipo este en correctas condiciones de uso. Se debe indicar al paciente que no una sus extremidades para evitar puntos calientes por fricción y con ello se evita quemaduras (10).

Medio de contraste en la resonancia magnética

Agente de contraste: En la resonancia magnética, el agente de contraste suele utilizarse para destacar estructuras vasculares proporcionando beneficios para caracterizar y detectar

alteraciones en tejidos que se encuentren inflamados o tumores que no se observan en una secuencia. De la misma manera, el principal medio utilizado es el gadolinio, que tiene propiedades magnéticas que afectan los tiempos de relajación de los protones. Sin embargo, aunque sea necesario conseguir una imagen muy precisa a través de una resonancia, hay casos en los que el uso del contraste está contraindicado o debe aplicarse con precaución. Por ejemplo, en pacientes de más de 60 años que se preparan para una cirugía renal, es preciso practicar un examen de creatinina previo a la resonancia magnética, antes de decidir si se utilizará o no la técnica de contraste.

La función de los materiales de contraste es ayudar a los médicos a diagnosticar de forma certera, anomalías o enfermedades que pueda llegar a presentar el paciente. Las tres principales formas en las que un material de contraste puede entrar al cuerpo, se dividen en:

- Ingeridos por vía oral (tomados)
- Administrados por vía rectal (enema)
- Administrados por vía intravenosa (inyectados en un vaso sanguíneos).

Debido a que los materiales de contraste tienen el riesgo de provocar alergias o reacciones adversas, el encargado de realizar el estudio debe de informarse de:

- Cualquier tipo de alergia que padezca.
- Medicamentos que esté tomando actualmente.
- Enfermedades recientes, cirugías, etc.
- Historial de asma y fiebre del heno (en caso de presentarlo)
- Historial de enfermedad del corazón, diabetes, enfermedad del riñón, problemas de tiroides o drepanocitosis. (10)

CAPÍTULO III

3.1 SISTEMA DE HIPÓTESIS

Objetivo Especifico 1: Definir los factores técnicos que producen la repetición de una resonancia magnética en pacientes adultos de hospitales donde estudiantes de la carrera de radiología de la Universidad de El Salvador realizan la práctica hospitalaria.

Hipótesis de trabajo (H_1): Los factores técnicos producen la repetición en una resonancia magnética

Hipótesis nula (H_0): Los factores técnicos no producen la repetición en una resonancia magnética

Objetivo Especifico 2: Describir los factores humanos que intervienen en la repetición de una resonancia magnética en adultos de hospitales donde estudiantes de la carrera de radiología de la Universidad de El Salvador realizan la práctica hospitalaria.

Hipótesis de trabajo (H_1): Los factores humanos intervienen en la repetición de una resonancia magnética

Hipótesis nula (H_0): Los factores humanos no intervienen en la repetición de una resonancia magnética

Objetivo Especifico 3: Determinar los errores tecnológicos que inciden en la repetición de una resonancia magnética en adultos de hospitales donde estudiantes de la carrera de radiología de la Universidad de El Salvador realizan la práctica hospitalaria.

Hipótesis de trabajo (H_1): Los errores tecnológicos inciden en la repetición de una resonancia magnética

Hipótesis nula (H_0): Los errores tecnológicos no inciden en la repetición de una resonancia magnética

3.2 OPERALIZACION DE VARIABLES

OBJETIVO ESPECIFICO 1	VARIABLES	DEFINICION		INDICADORES	VALORES
		CONCEPTUAL	OPERACIONAL		
Definir los factores técnicos que producen la repetición de una resonancia magnética en pacientes adultos donde estudiantes de la carrera de radiología de la Universidad El Salvador realizan la práctica hospitalaria.	Factores técnicos	Los factores técnicos se refieren al Personal de radiología encargada de ejecutar los procedimientos de un estudio de resonancia magnética	Factores técnicos Influyen en la repetición de un estudio de resonancia magnética por falta de experiencia y de concentración.	La observación	<ul style="list-style-type: none"> - Malas condiciones de observación - Distracciones - Exceso de confianza - Estado de animo - Satisfacción de búsqueda - Banco de memoria insuficiente
				Planeación y ejecución de procedimientos	<ul style="list-style-type: none"> - Desconocer la preparación del paciente - Indicaciones inadecuadas - Posicionamiento incorrecto - Mala colocación de bobinas - Planificación incorrecta de la región anatómica
				Selección y desarrollo de secuencias	<ul style="list-style-type: none"> - Selección incorrecta de secuencia - Estudio incompleto - Estudio con mala técnica - Estudio mal marcado - Estudio inútil
				Capacitación del personal	<ul style="list-style-type: none"> - Experiencia práctica en la ejecución de los procedimientos de resonancia magnética - Conocimiento teórico de los procedimientos de resonancia magnética - Aplicación de la teoría en la practica

OBJETIVO ESPECIFICO 2	VARIABLES	DEFINICION		INDICADORES	VALORES
		CONCEPTUAL	OPERACIONAL		
Describir los factores humanos que intervienen en la repetición de una resonancia magnética en adultos de hospitales donde estudiantes de la carrera de radiología de la universidad de El Salvador realizan la práctica hospitalaria.	Factores Humanos	Los factores humanos se refieren a las personas en sus situaciones de vida y de trabajo; a su relación con las máquinas, con los procedimientos y con los ambientes que los rodean; y se refieren también a sus relaciones con los demás.	Factores humanos principalmente que conlleva a la repetición de un estudio de RM por carecer de valor diagnóstico.	Movimientos voluntarios de los pacientes	- Intranquilidad - Respiraciones profundas o rápidas
				Movimientos involuntarios del paciente	- Movimientos oculares - Movimientos respiratorios - Latidos cardíacos - peristálticos - Debidos al flujo sanguíneo o del líquido cefalorraquídeo
				Estado emocional del paciente	- Estrés - Ansiedad - Miedo
				Elementos externos al paciente	- Ciertos tipos de válvulas cardíacas artificiales - Grapas (clips) para aneurisma cerebral - Implantes en el oído interno - Ciertos tipos de stents vasculares - Articulaciones artificiales

OBJETIVO ESPECIFICO 3	VARIABLES	DEFINICION		INDICADORES	VALORES
		CONCEPTUAL	OPERACIONAL		
<p>Determinar los errores tecnológicos que inciden en la repetición de una resonancia magnética en adultos de hospitales donde estudiantes de la carrera de radiología de la universidad de El salvador realizan la práctica hospitalaria.</p>	Factores tecnológicos	<p>Los factores tecnológicos se basan en derivaciones de avances tecnológicos en el equipo que favorecen la calidad en la imagen en la resonancia</p>	<p>Factores tecnológicos que influyen en las repeticiones de una resonancia magnética que perjudican un mal diagnostico</p>	<p>Parámetros de Adquisición de La Imagen</p>	<p>-Factores Intrínsecos -Factores Extrínsecos -Parámetros De Secuencias</p>
				<p>Artefacto de susceptibilidad magnética.</p>	<p>-Diamagnéticas -Paramagnética -Ferromagnéticas.</p>
				<p>Artefacto de ángulo mágico</p>	<p>-Artefacto por pérdida de linealidad de los gradientes de campo magnético. -Artefacto por corrientes inducidas (corrientes de Eddy). -Artefactos relacionados con la antena -Artefacto por interferencias en la radiofrecuencia -Artefacto por proximidad de la antena -Artefacto por saturación de la señal</p>
				<p>Fallas en repeticiones tecnológicas</p>	<p>-Fallas en el imán. -Interferencias electromagnéticas</p>
				<p>Factores ambientales</p>	<p>-Señalización -Ruido Materiales antimagnéticos</p>

CAPITULO IV

4.1 DISEÑO METODOLÓGICO:

4.1.1 TIPO DE ESTUDIO:

El tipo de estudio que se utilizó en esta investigación es cuali-cuantitativo en razón, al enfoque permite recolectar la información a través de guías de observación y un cuestionario, así mismo, se agregaron los siguientes métodos pertenecientes a la investigación los cuales son:

Estudio Descriptivo: Este método proporciona la información de recolección, describe la situación problemática en cuestión y así permitir determinar los factores que inciden en la repetición de resonancia magnética en pacientes adultos en hospitales donde estudiantes de la Universidad del Salvador realizan sus prácticas hospitalarias.

Estudio transversal: Así mismo este método permitirá ejecutar la investigación en un tiempo determinado y sin el seguimiento a las variables.

4.1.2 ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en el área de resonancia magnética donde los estudiantes de la Universidad del Salvador realizan sus prácticas hospitalarias los cuales son: Hospital Nacional El Salvador, Hospital Nacional Rosales y Hospital Nacional del Seguro Social General (ISSS). En un periodo determinado del 2025.

4.1.3 UNIVERSO Y MUESTRA

La población lo constituyó en los profesionales que trabajan en el área de resonancia magnética en: Hospital Nacional El Salvador, Hospital Nacional Rosales y Hospital Nacional del Seguro Social General (ISSS). En un periodo determinado del 2025.

Muestra:

La muestra para el estudio se seleccionó a través del muestreo no probabilístico intencionado y por conveniencia porque se basa en definir al personal específico con la intención que responda con respecto al fenómeno que se observa y por conveniencia se elige la muestra

exactamente en un tiempo determinado en que el personal pueda responder a la guía de observación y un cuestionario que se les proporcione a las personas que laboran en dicha área de resonancia y nos brinde la información necesaria

4.1.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Criterios de inclusión

- Personal de rayos X que labora en el área de resonancia magnética de los hospitales donde estudiantes de la carrera de radiología e imágenes de la Universidad El Salvador realizan sus prácticas hospitalarias.
- Personal profesional que este capacitado para utilizar el equipo de resonancia magnética.
- Personal que desee colaborar con la investigación.
- Personal que labore en las áreas de resonancia magnética dentro del periodo de marzo a junio 2025.

Criterios de exclusión

- Personal de rayos X que no labore en los hospitales donde estudiantes de la carrera de radiología e imágenes de la Universidad El Salvador realizan sus prácticas hospitalarias.
- Personal profesional que no esté capacitado para utilizar el equipo de resonancia magnética.
- Personal que no desee colaborar con la recolección de datos.
- Estudio que no se realice con fines de recolectar algún dato importante para la investigación.

4.1.5 MÉTODOS

Método cualitativo: Se utilizó el método cualitativo ya que se basa en la exploración profunda de fenómenos, interpretación, comprensión y significado de experiencias, comportamientos o contextos, que permitirá identificar o descartar los diferentes factores incidentes encontrados y así se realizó un mejor análisis del problema que se estudió para obtener respuestas certeras a la problemática del estudio.

Método cuantitativo: Que es un enfoque de investigación que utiliza datos numéricos y análisis estadísticos para estudiar fenómenos. Se caracteriza por su objetividad, su enfoque en la medición y su capacidad para establecer relaciones causales y predecir resultados.

Método observacional: Se utilizó como estrategia para poder visualizar los procedimientos que se realicen en las áreas de resonancia magnética con el fin de poder recolectar información verídica para nuestra información.

Método descriptivo: Se utilizó el método descriptivo ya que se basa en registrar, analizar y presentar la información sobre el problema sin manipularlo lo cual fue primordial en nuestra investigación porque permitió describir detalladamente el contexto de la problemática del estudio.

4.1.6 TÉCNICA E INSTRUMENTOS

Observación: Se aplicó la técnica de observación para visualizar todas las actividades que se realicen al momento de ejecutar un estudio de resonancia magnética y así identificar qué factores que inciden en la necesidad de repetir un estudio.

Cuestionario: Se utilizó esta técnica para recopilar información de manera directa con el personal que labora en las áreas de RM de los diferentes hospitales donde estudiantes de la carrera de radiología de la Universidad El Salvador con el fin de obtener información verídica de las diferentes variables del estudio.

4.1.7 VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS: PRUEBA PILOTO

Guía de observación: Fue un instrumento que contó con 15 preguntas cerradas, las cuales proporcionaron información verídica a la investigación, el grupo investigador fue el encargado de responder dicha guía en los diferentes hospitales seleccionados.

Guía de cuestionario: Fue un instrumento impreso que constó de 15 ítems del cual se le proporcionó al personal de las áreas de RM de los diferentes hospitales seleccionados, el cual permitió obtener información precisa y directa con la población del estudio.

Prueba piloto:

Se realizó una prueba piloto al personal que cumple con las características de nuestra muestra para verificar la eficiencia del registro obtenido a través de la observación, también permitió evaluar el cuestionario y se verificó si es entendible y si abordaba todas las variables del fenómeno que se estudió.

4.1.8 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE LOS DATOS:

El grupo investigador pidió permiso a la jefatura de los departamentos de radiología e imágenes en hospitales donde estudiantes de la Universidad de El Salvador realizan sus prácticas hospitalarias para poder recolectar información a través de un cuestionario y una guía de observación, luego de obtener el permiso el grupo investigador realizó visitas en días coordinados con las jefaturas para no interferir en actividades laborales de los profesionales en radiología y así posteriormente con la información que se obtuvo se realizó el procesamiento de los datos, su análisis y comprobación.

4.1.9 RECURSOS

Humanos: Los integrantes del grupo investigador quienes fueron los encargados del desarrollo de la investigación.

- Materiales: Computadoras, papel, lapiceros, folders, folletos, libros de apoyo, internet.
- Financieros: El desarrollo de la investigación fue financiado por el grupo investigador con fondos propios.

4.1.10 PLAN DE TABULACIÓN DE LA INFORMACIÓN:

Una vez se obtuvieron las respuestas de los instrumentos de recolección de datos, como grupo, se seleccionaron las fechas para realizar: el conteo de los distintos datos obtenidos en los diferentes instrumentos, la interpretación de la información y el análisis de los resultados de la investigación, con el motivo de dar conclusiones y respuestas de recomendación, para solventar problemas.

Tabulación Manual de los datos:

Para organizar las preguntas y realizar la extracción de la información, se utilizó la tabla estadística para datos simples (ver tabla 1) perteneciente al método de la rama de la estadística descriptiva: la cual es de carácter manual y física, que permitió ordenar la información de acuerdo con las variables contenidas en las preguntas de cada instrumento:

Modelo de Tabla utilizado:

Tabla 1: Modelo de tabla estadística de datos simples de carácter manual, este tipo de tabla ayudara a la depuración de los datos antes de pasarlos al sistema electrónico de datos.

Pregunta x	Fx 1	Fx 2	Total
Total			

Procesamiento electrónico de los datos:

Posterior a la obtención de los datos a través de la tabla simple de carácter manual, se construyó la tabla estadística de datos porcentuales (ver tabla 2) con la ayuda de un ordenador y a través del programa de Microsoft Office Excel para cada pregunta. La tabla creada en Excel, en su matriz numérica, contiene todas las fórmulas necesarias para los cálculos matemáticos requeridos para la totalización de los datos y el cuerpo esencial para la creación de gráficas que ayudaron a facilitar el análisis de estos:

Tabla 2: Modelo de tabla estadística de datos porcentuales.

Título de Tabla		
Pregunta x	Fa	F%
Totales:		100%

Para evitar el error de rechazar la hipótesis nula como verdadera. Se trabajo con un nivel de significancia del 0.05 que equivale al margen de error del 95%.

Paso 3: Calculo del total de las frecuencias observadas (f_o)

Se sumaron todas las respuestas por pregunta para poder trabajar con las frecuencias esperadas.

Paso 4: Calculo de las frecuencias esperadas(f_e):

Para calcular las frecuencias esperadas se utilizó la siguiente fórmula para cada celda de la tabla de contingencia:

$$F_{eij} = \frac{\sum F_i * \sum n_j}{\sum T}$$

Donde:

- $\sum F_i$ = Sumatoria total de la fila
- $\sum n_i$ = Sumatoria total de la columna
- $\sum T$ = Sumatoria Total

Paso 5: Calculo del Chi-cuadrado (X^2)

Para calcular el chi-cuadrado se utilizó la siguiente formula:

$$X^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Paso 6: Calculo del grado de libertad (v).

Para calcular el grado de libertad, se utilizó el número de filas y columnas que posee la tabla de contingencia y se aplicó la siguiente formula:

$$v = (\# \text{ de filas} - 1) * (\# \text{ de columnas} - 1)$$

Paso 7: Calculo del Chi-crítico (X^2_{critic})

Para determinar el valor crítico de Chi-cuadrado, se consultó la tabla de distribución y se extrajo el valor correspondiente al grado de libertad calculado y al nivel de significancia previamente definido (0.05). Este valor crítico se utilizará como un umbral de comparación para el estadístico Chi-cuadrado calculado, estableciendo el siguiente criterio de decisión para la hipótesis nula:

- Si $X^2_{calc} > X^2_{critic}$: se rechaza la hipótesis nula
- Si $X^2_{calc} \leq X^2_{critic}$: no se rechaza la hipótesis nula (12)

CAPITULO V

5.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL CUESTIONARIO DIRIGIDO A LOS LICENCIADOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA

Tabla 1: Facilidad de distracción con objetos tecnológicos o abandono del área.

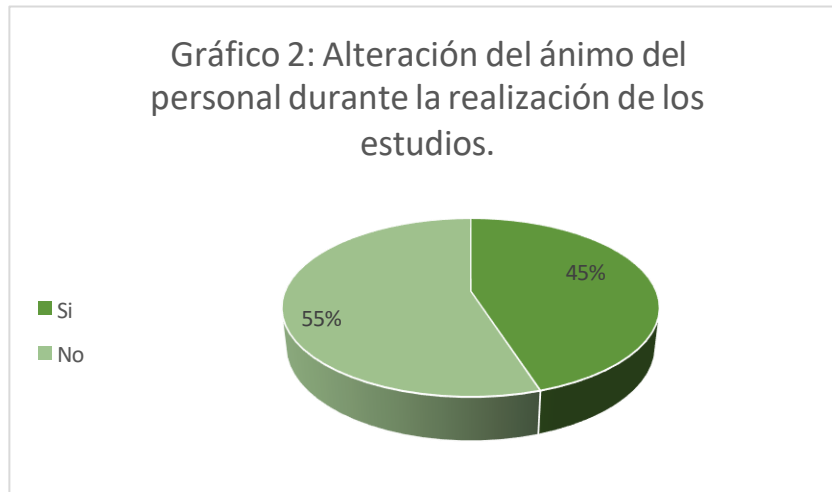
Respuesta	Fa	F%
Si	3	14
No	19	86
Totales:	22	100



En la tabla y gráfica anterior del total de la muestra se observa que el 86% de los encuestados menciona que no se distrae con objetos tecnológicos o abandona el área mientras realizan los estudios, mientras que el 14% restante menciona que si ocurre ese fenómeno. Al estar en un ambiente laboral sin distracciones tecnológicas permite un ambiente adecuado favoreciendo el silencio y control en la sala para que se realice el estudio con más eficiencia.

Tabla 2: Afectación del estado anímico del personal en la ejecución de estudios

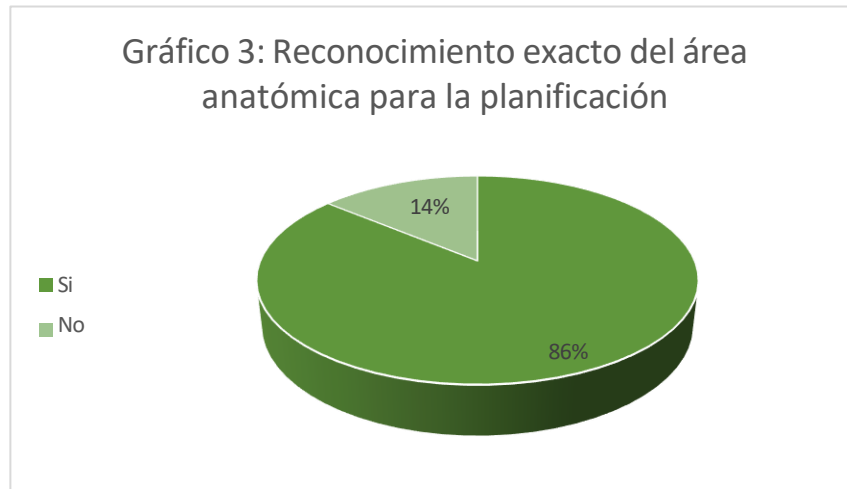
Respuesta	Fa	F%
Si	10	45
No	12	55
Totales:	22	100



En la tabla y gráfica anterior del total de la muestra se observa que el 55% menciona que no le afecta su estado emocional en la ejecución de estudios, mientras que el 45% dice que sí. El estado de ánimo ya sea por problemas personales, adicciones afecta la atención del observador y disminuye su desempeño laboral, reduciendo la eficiencia y contribuyendo a la repetición de estudios, interfiriendo en un buen ambiente clínico humano y seguro.

Tabla 3: Identificación correcta del área anatómica de interés para la planificación.

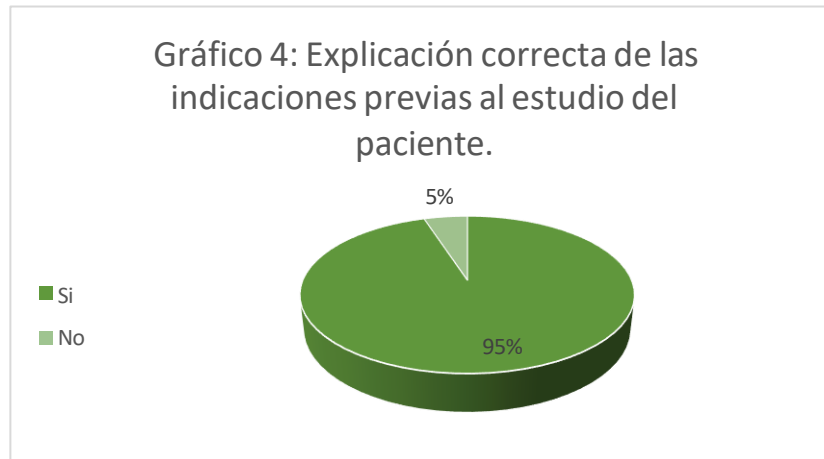
Respuesta	Fa	F%
Si	19	86
No	3	14
Totales:	22	100



En la tabla y gráfica anterior del total de la muestra se observa que el 86% de la encuesta, menciona que si tiene el conocimiento anatómico necesario para la planificación correcta según sea el caso, mientras que el 14% restante dijo carecer de dichos conocimientos. La planificación incorrecta se da muchas veces por no abrir de manera adecuada el campo de cortes, excluyendo tejidos u órganos aledaños que seas de interés en el estudio.

Tabla 4: Comunicación correcta de las indicaciones previo al estudio del paciente

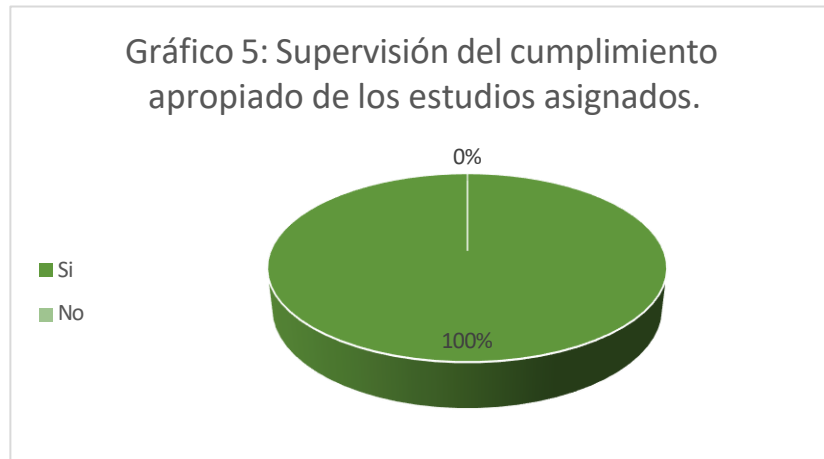
Respuesta	Fa	F%
Si	21	95
No	1	5
Totales:	22	100



En la tabla y gráfica anterior del total de la muestra se observa que el 95% de la encuesta dijo que, si realiza una buena comunicación de las indicaciones hacia el paciente previo a su estudio, mientras que el 5% dijo que no que lo hace. Es importante la utilización de un lenguaje sencillo e incluso coloquial si el paciente lo requiere para que con todas las instrucciones que se le den antes el paciente pueda colaborar, la información debe ser transmitida de manera clara debido a que no todos los pacientes conocen las palabras técnicas que un licenciado le proporcione al momento de realizar un estudio.

Tabla 5: Verificación si completa los estudios correctamente.

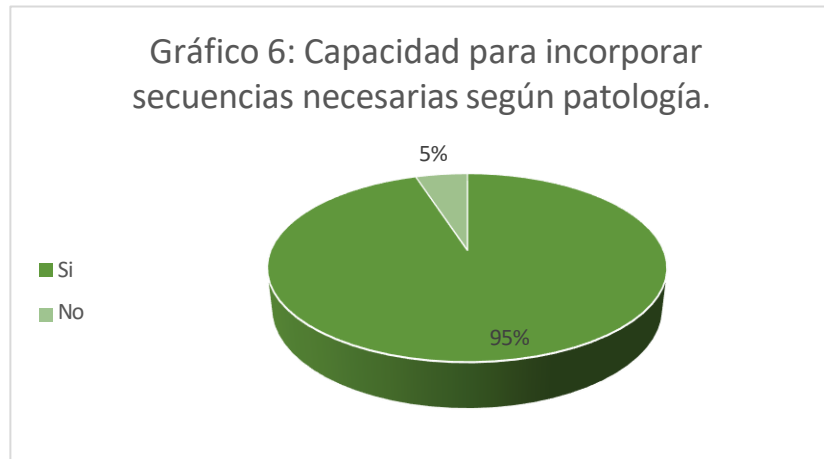
Respuesta	Fa	F%
Si	22	100
No	0	0
Totales:	22	100



En la tabla y la gráfica anterior del total de la muestra se observa que el 100% del personal de radiología si verifica que los estudios han sido completados correctamente. La verificación de completar correctamente el estudio favorece para que el examen realizado cumpla con los requisitos clínicos, técnicos y de calidad necesarios para un diagnóstico preciso, asegurando los protocolos del procedimientos y eficaz, con lo cual se detectara una omisión permitiendo corregir la omisión antes que el paciente abandone el área de resonancia magnética y de esta manera se logre evitar repetir el procedimiento lo que ahorra tiempo, recursos y reduce la incomodidad del paciente.

Tabla 6: Criterio propio para agregar secuencias necesarias según patología

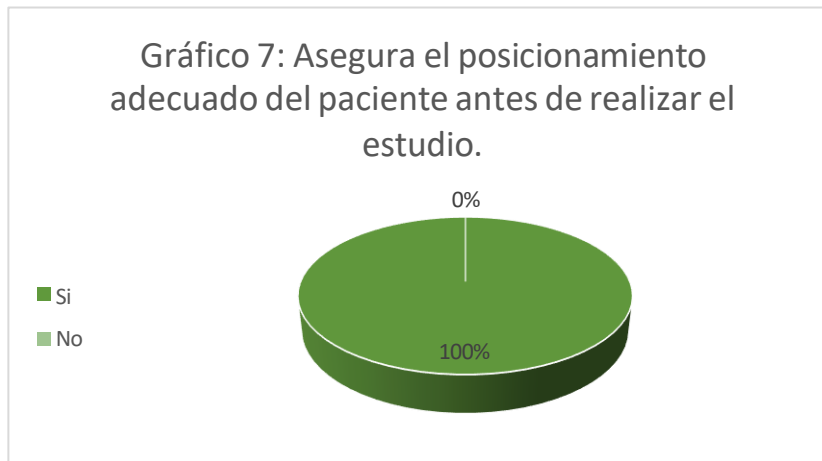
Respuesta	Fa	F%
Si	21	95
No	1	5
Totales:	22	100



En la tabla y la gráfica anterior del total de la muestra se observa que el 95% tiene criterio propio para agregar secuencias necesarias, mientras que el 5% no tiene criterio para agregar secuencias. El criterio propio como profesional en resonancia magnética es fundamental porque permite individualizar el estudio, mejorar el diagnóstico, prevenir errores y optimizar recurso, no se trata solo de seguir un protocolo por parte del profesional de radiología, sino de aplicar conocimiento, experiencia y juicio clínico para ofrecer un estudio completo y útil.

Tabla 7: Verifica el posicionamiento del paciente antes de realizar el estudio

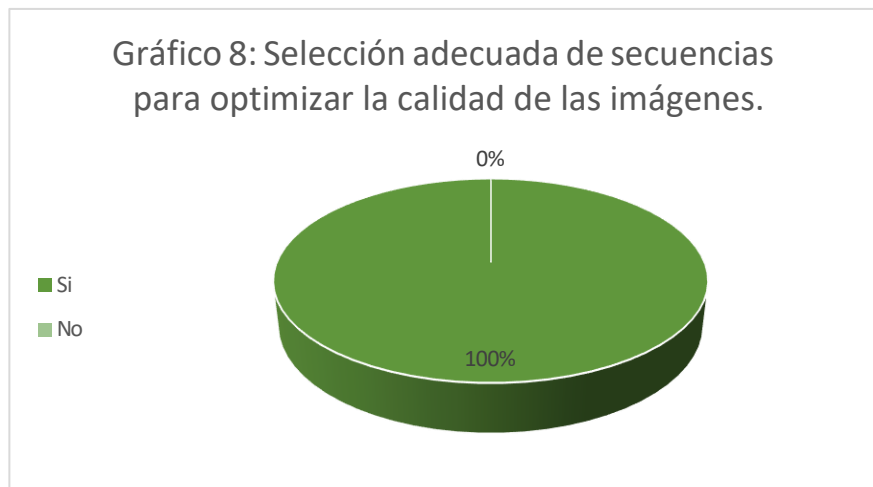
Respuesta	Fa	F%
Si	22	100
No	0	0
Totales:	22	100



En la tabla y la gráfica anterior del total de la muestra se observa que el 100% del personal de radiología si posiciona correctamente al paciente antes de realizar el estudio. La verificación del posicionamiento es fundamental para alinear las regiones anatómicas y del cuerpo completo en general, de esta manera se obtiene la información necesaria para realizar el estudio.

Tabla 8: Utilización de secuencias adecuadas para mejorar la calidad de las imágenes

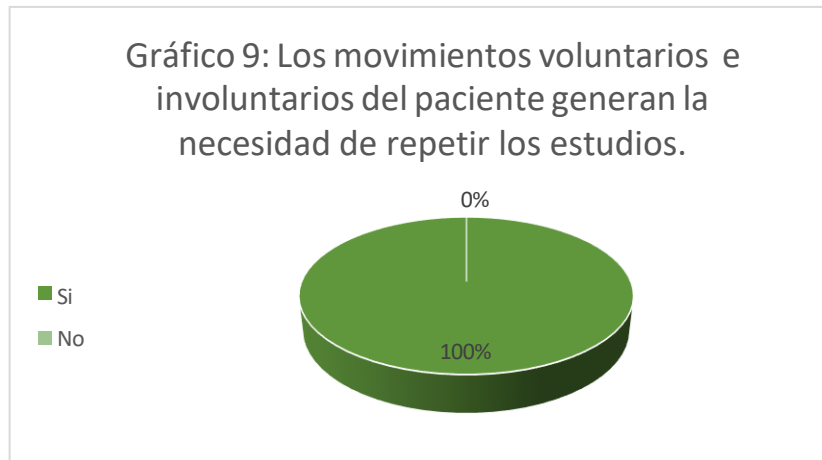
Respuesta	Fa	F%
Si	22	100
No	0	0
Totales:	22	100



En la gráfica y tabla anterior del total de encuestados el 100 % manifiesta que aplica las secuencias correctas para la obtención de imágenes. En los estudios se debe de planificar, aplicar, modificar y seleccionar la secuencia necesaria sin confusión para evitar o provocar una repetición del estudio. Es decir que al utilizar una correcta secuencia esta beneficia en gran manera al diagnóstico clínico proporcionando la información relevante para el tratamiento y mejorando la calidad de las imágenes obtenidas.

Tabla 9: Los movimientos voluntarios e involuntarios del paciente provocan repetición en los estudios

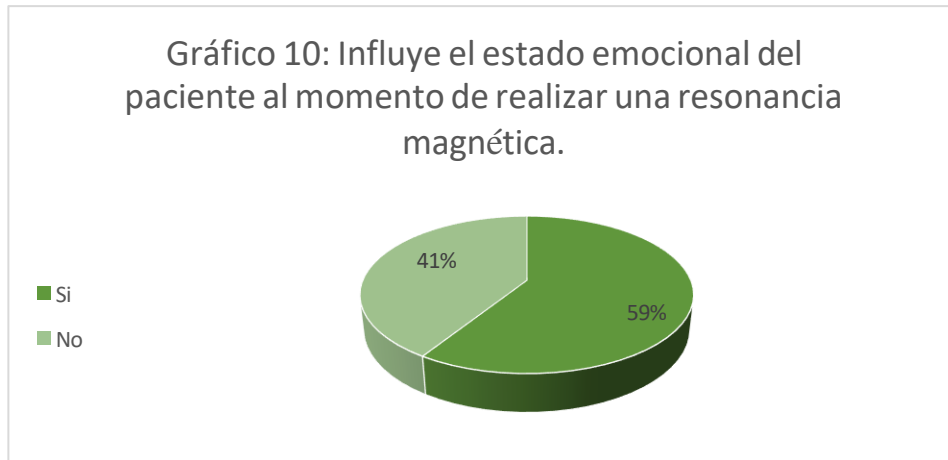
Respuesta	Fa	F%
Si	22	100
No	0	0
Totales:	22	100



En la tabla y grafica anterior del total de los encuestados el 100 % manifiesta que un mal movimiento en el paciente conlleva a repetir un estudio. En los estudios de resonancia magnética generalmente los pacientes entran nerviosos o ansiosos al área donde se le realizara el estudio provocando movimientos inesperados voluntarios e involuntarios que conllevan a la repetición de la secuencia, por eso se hace necesario una buena explicación de las indicaciones previas para que el paciente se relaje.

Tabla 10: Afecta el estado emocional del paciente para realizarse una resonancia magnética

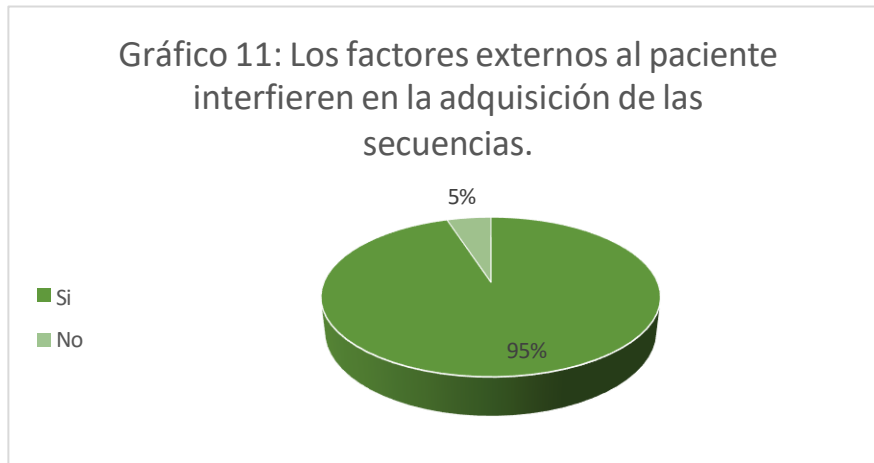
Respuesta	Fa	F%
Si	13	59
No	9	41
Totales:	22	100



En la tabla y graficas anterior del total de los encuestados el 59 % manifiestan que se evalúa el estado emocional del paciente y un 41% manifiesta que no se evalúa. Es pertinente que se realice una evaluación del estado emocional del paciente ya que estos pueden experimentar ansiedad y miedo a lo que les sucederá en el desarrollo del procedimiento del estudio, lo que podría ocasionar movimientos innecesarios.

Tabla 11: Los elementos externos al paciente afectan en la adquisición de secuencias

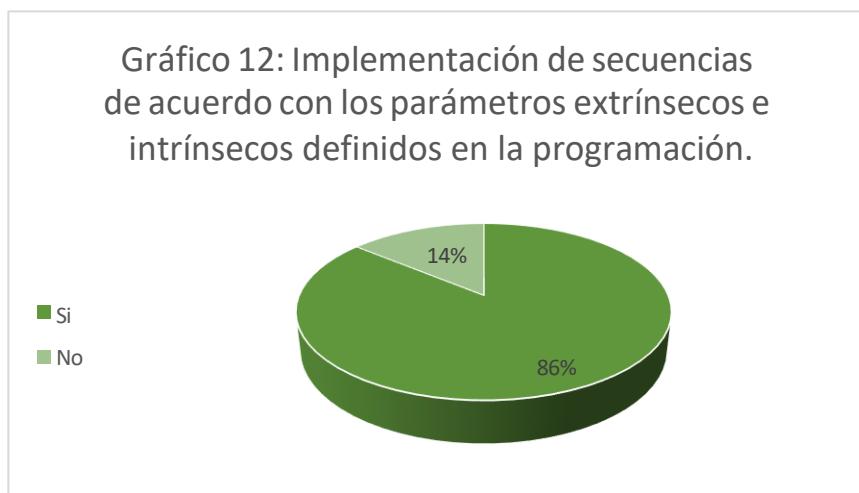
Respuesta	Fa	F%
Si	21	95
No	1	5
Totales:	22	100



En la tabla y grafica anterior del total de los encuestados el 95% manifiesta que los elementos externos del paciente pueden afectar la adquisición de secuencias en el estudio, mientras que el 5 % manifiesta que no afectan. los elementos externos del paciente como válvulas artificiales, elementos de uso personal, entre otros pueden dañar la interpretación de las imágenes creando un artefacto externo y así una adquisición de la secuencia repetida tanto en información como en imagen.

Tabla 12: Aplicación de secuencias según parámetros extrínsecos e intrínsecos según secuencia programada

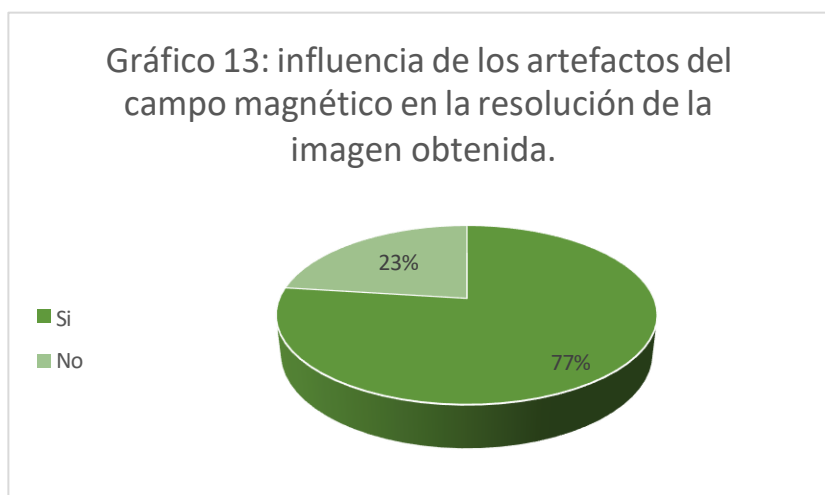
Respuesta	Fa	F%
Si	19	86
No	3	14
Totales:	22	100



En la tabla y gráfica anterior del total de la muestra se observa que el 86% de la encuesta, el personal de radiología dijo que tiene el conocimiento necesario para la aplicación correcta según sea el caso que requiera la modificación de factores extrínsecos o intrínsecos, mientras que el 14% restante dijo carecer de dichos conocimientos. Los parámetros que se pueden modificar durante el estudio son los factores extrínsecos que son moldeables para el personal que realiza la adquisición, mientras que los factores intrínsecos no se pueden cambiar porque son inherentes a los tejidos

Tabla 13: Afectación de los artefactos del campo magnético en la resolución de la imagen obtenida (Angulo mágico, artefacto de Edy, artefacto por antena)

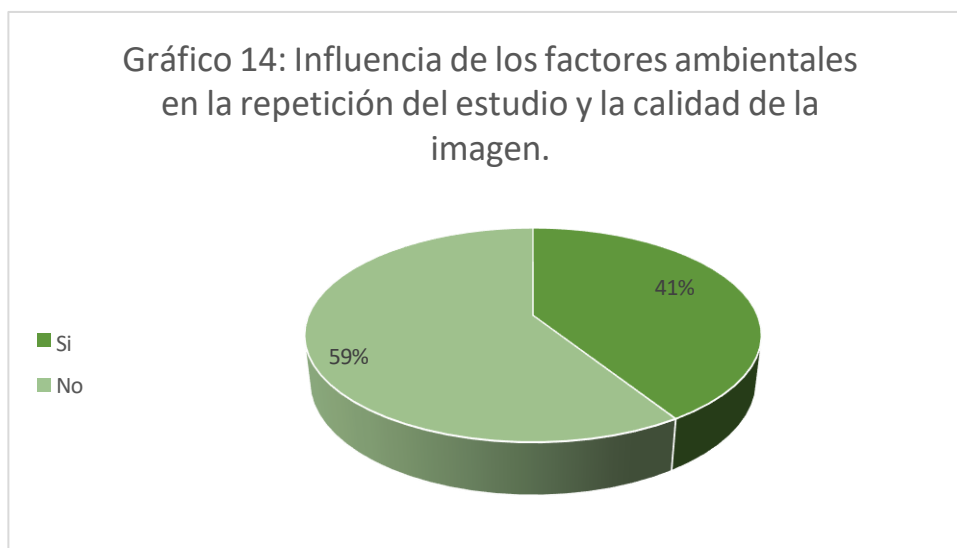
Respuesta	Fa	F%
Si	17	77
No	5	23
Totales:	22	100



En la tabla y gráfica anterior del total de la muestra se observa que el 77% de la encuesta, el personal de radiología mencionó que los artefactos del campo magnético afectan directamente a la imagen que se genera en el barrido, mientras que el 23% restante dijo que no. Los artefactos generados por el campo magnético y la distorsión en la resolución que provoca en la imagen pueden ser debidos a dos motivos: a la susceptibilidad magnética o al fenómeno del ángulo mágico, ambas afectaciones alteran la señal adquirida perjudicando la resolución de la imagen obtenida.

Tabla 14: Afectación de factores ambientales en la repetición y calidad de imagen

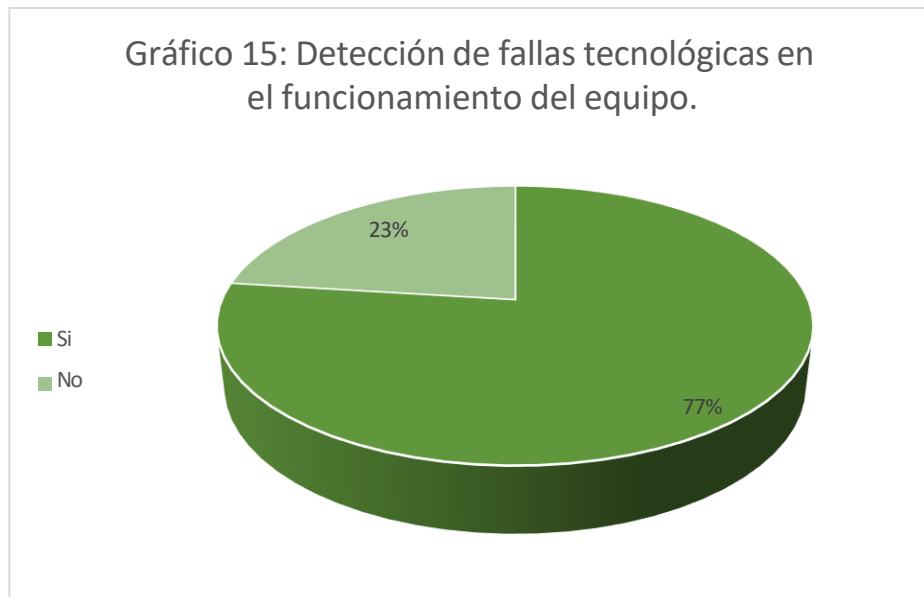
Respuesta	Fa	F%
Si	9	41
No	13	59
Totales:	22	100



En la tabla y gráfica anterior del total de la muestra se observa que el 59% de la encuesta, el personal dijo que los factores ambientales no influyen en la repetición de un estudio de RM o en la calidad de sus imágenes, mientras que el 41% restante dijo que sí. Los factores ambientales como el ruido, señalización en resonancia y materiales antimagnéticos influyen en la repetición de los estudios de imagen debido a que reducen la señal y por tanto la calidad, generan artefactos, por lo que es necesario repetir secuencias.

Tabla 15: Identificación de fallas tecnológicas que se presentan en el equipo

Respuesta	Fa	F%
Si	17	77
No	5	23
Totales:	22	100



En la tabla y gráfica anterior del total de la muestra se observa que el 77% de los encuestados menciona que posee conocimientos básicos sobre las fallas que presenta el equipo, mientras que el 23% no tiene dichos conocimientos. Al inicio de un estudio de resonancia magnética el personal profesional debe realizar una prueba general del equipo para verificar que este funcione correctamente y no presente ninguna falla que pueda evitar repeticiones y daños en el equipo.

5.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN SOBRE RESONANCIA MAGNÉTICA

Tabla 16: Guía de observación

ítem	Estado personal del profesional que realiza resonancias magnéticas	Respuestas		Cantidad Total
		Si	No	
1	Se distrae fácilmente con objetos tecnológicos o abandona el área de trabajo	21%	79%	208
2	El estado de ánimo del personal influye en la ejecución del estudio	46%	54%	208
3	Sabe identificar toda la estructura de la región de interés para su planificación.	94%	6%	208
4	El profesional de radiología utiliza el lenguaje adecuado para dar las indicaciones previas a realizar el estudio	92%	8%	208
5	El profesional de radiología termina por completo el estudio de RM	100%	0%	208
6	El personal tiene criterio propio para agregar secuencias necesarias según las patologías	96%	4%	208
7	El profesional de radiología posiciona de forma adecuada al paciente antes de realizar el estudio	98%	2%	208
8	El profesional de radiología utiliza las secuencias correctas para obtener una imagen de buena calidad	100%	0%	208
9	¿Los movimientos voluntarios e involuntarios del paciente pueden influir en la repetición de un estudio en Resonancia magnética ¿	100%	0%	208
10	Es importante el estado emocional del paciente para realizar un estudio de Resonancia Magnética	59%	41%	208
11	Los elementos externos al paciente como (válvulas cardiacas artificiales, articulaciones artificiales) pueden afectar en la adquisición de secuencias en el estudio	100%	0%	208
12	Adquiere las secuencias de imágenes de acuerdo con los parámetros de secuencia como factores intrínsecos (t1 y t2) Y factores extrínsecos (tiempos	100%	0%	208

	eco e inversión) según la secuencia programada			
13	Identifica los artefactos que afectan a la resolución de la imagen debido al ángulo, mágico artefacto de Edy artefacto por antena	65%	35%	208
14	Los factores ambientales influyen en la repetición y calidad de la imagen en RM	61%	39%	208
15	Conoce las fallas tecnológicas que se presentan en el equipo (fallas en el imán e interacción electromagnética)	63%	37%	208

Mediante el análisis e interpretación de la guía de observación de los factores que inciden en la repetición de resonancia magnética en los hospitales donde los estudiantes de la Universidad de El Salvador realizan sus prácticas hospitalarias en el periodo de los meses de marzo a junio del presente año, de los datos obtenidos se recalca que el profesional en un 79% se mantiene concentrado en la ejecución de un estudio de resonancia magnética, sin distracciones de aparatos tecnológicos y en un 21 % se distrae fácilmente demostrando que es importante un ambiente en buenas condiciones y evitar previamente materiales que influyan en distraerse, por otro lado mantienen un estado de ánimo eficiente para la realización de un estudio así mismo, planifica, programa, posicionan, ejecuta y finalizan la secuencias según la región anatómica y patología que el paciente presente con el fin de mejorar el diagnóstico y brindar mayores datos a los médicos. otro aspecto importante de mencionar es la capacidad que tiene el profesional en radiología para adquirir las secuencias necesarias según la patología obteniendo que un 96% si tiene criterio propio y de esta manera se completa de la mejor manera un estudio. Además se demostró que un movimiento repentino e inconscientemente por parte del paciente que se esté realizando su resonancia esta puede crear un artefacto como artefacto por antena, artefacto de flujo sanguíneo, debido al campo magnético e incluso el medio ambiente como el ruido pueden provocar que se repita la programación de una resonancia así también que tienen incidencia los elementos externos al paciente como (válvulas cardiacas artificiales, articulaciones artificiales entre otras) pueden afectar en la adquisición de secuencias en el estudio. También se observó que el 100% de los profesionales en radiología adquiere las secuencias de imágenes de acuerdo con los parámetros de secuencia como factores intrínsecos y factores extrínsecos según la secuencia programada lo que nos indica un mayor realce a las estructuras ya que al invertir en un tiempo de inversión se reduce el tiempo de una secuencia y disminuye el tiempo en el que estará dentro del resonador por lo tanto de esta manera mejora el contraste en la imagen y suprime la señal de tejidos cercanos como la grasa, líquido entre otros. Cada uno de estos aspectos observados influyen de gran manera para que se lleve a cabo un estudio correctamente y sobre todo para contribuir en un buen diagnóstico.

5.3 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CHI CUADRADO

Comprobación del primer objetivo

Objetivo: Definir los factores técnicos que producen la repetición de una resonancia magnética en pacientes adultos donde estudiantes de la carrera de radiología de la Universidad El Salvador realizan la práctica hospitalaria

Hipótesis:

- **(H₁):** Los factores técnicos producen la repetición en una resonancia magnética
- **(H₀):** Los factores técnicos no producen la repetición en una resonancia magnética

Tabla 17: Matriz de contingencia de la hipótesis I

Indicador	Variable: Factores técnicos Ítem	Frecuencias observadas		
		Sí	no	Total
La observación	1. Se distrae fácilmente con objetos tecnológicos o abandona el área de trabajo	43	165	208
	2. El estado de ánimo del personal influye en la ejecución del estudio	96	112	208
Planeación y Ejecución de procedimientos	3. Sabe identificar toda la estructura de la región de interés para su planificación.	196	12	208
Selección y Desarrollo de secuencias	4. El profesional de radiología utiliza el lenguaje adecuado para dar las indicaciones previas a realizar el estudio	191	17	208
	5. El profesional de radiología termina por completo el estudio de RM	208	0	208
Capacitación del personal	6. El personal tiene criterio propio para agregar secuencias necesarias según las patologías	199	9	208
Planeación y Ejecución de procedimientos	7. El profesional de radiología posiciona de forma adecuada al paciente antes de realizar el estudio	203	5	208
Selección y desarrollo de secuencias	8. El profesional de radiología utiliza las secuencias correctas para obtener una imagen de buena calidad	208	0	208
TOTAL		1344	320	1664

Obteniendo frecuencia esperada

Sí	No
(Fe 1) = (208) *(1344) /1664 = 168	(Fe 1) = (208) *(320) /1664 = 40
(Fe 2) = (208) *(1344) /1664 = 168	(Fe 2) = (208) *(320) /1664 = 40
(Fe 3) = (208) *(1344) /1664 = 168	(Fe 3) = (208) *(320) /1664 = 40
(Fe 4) = (208) *(1344) /1664 = 168	(Fe 4) = (208) *(320) /1664 = 40
(Fe 5) = (208) *(1344) /1664 = 168	(Fe 5) = (208) *(320) /1664 = 40
(Fe 6) = (208) *(1344) /1664 = 168	(Fe 6) = (208) *(320) /1664 = 40
(Fe 7) = (208) *(1344) /1664 = 168	(Fe 7) = (208) *(320) /1664 = 40
(Fe 8) = (208) *(1344) /1664 = 168	(Fe 8) = (208) *(320) /1664 = 40

Tabla 18: Cálculo de Chi-cuadrado de la hipótesis I

N° ITEM	Sí					No				
	Fo	Fe	Fo- Fe	(Fo- Fe) ²	$\frac{(fo - fe)^2}{fe}$	Fo	Fe	Fo- Fe	(Fo- Fe) ²	$\frac{(fo - fe)^2}{fe}$
1	43	168	- 125	15625	93.01	165	40	125	15625	390.63
2	96	168	-72	5184	30.86	112	40	72	5184	129.60
3	196	168	28	784	4.67	12	40	-28	784	19.60
4	191	168	23	529	3.15	17	40	-23	529	13.23
5	208	168	40	1600	9.52	0	40	-40	1600	40.00
6	199	168	31	961	5.72	9	40	-31	961	24.03
7	203	168	35	1225	7.29	5	40	-35	1225	30.63
8	208	168	40	1600	9.52	0	40	-40	1600	40.00
Total	1344	1344			163.74	320	320			687.70

Cálculo de los grados de libertad.

$$v = (\# \text{ de filas} - 1) * (\# \text{ de columnas} - 1)$$

$$v = (8 - 1) * (2 - 1) = 7$$

Nivel de significancia

El resultado de la prueba estadística muestra un valor de Chi-cuadrado calculado ($X^2 = 851.44$) superior al valor crítico de la tabla ($X^2_{\text{Crítico}} = 14.0671$) con 7 grados de libertad al nivel de significancia del 5%. Esto indica una diferencia significativa entre las frecuencias observadas

y las frecuencias esperadas bajo la hipótesis nula desarrollada. Por lo que se acepta la hipótesis de trabajo (H_1) que afirma que sí existe una relación entre los factores técnicos y la repetición del estudio y se rechaza la hipótesis nula (H_0) que sostiene que los factores técnicos no influyen en la repetición de una resonancia magnética.

Validación de la hipótesis

$$X^2_{\text{Calc}} = 851.44$$

$$X^2_{\text{Critico}} = 14.0671$$

Por otro lado, al analizar los ítems que componen la tabla de contingencia, se demuestra que no todos los factores técnicos contribuyen de la misma forma al resultado global estadísticos. Algunos elementos, como la distracción del personal con objetos tecnológicos y la influencia del estado de ánimo del operador aportan en conjunto más del 70% del total del valor de Chi-Cuadrado, evidenciando que más allá de las competencias técnicas objetivas como la selección correcta de secuencias o el posicionamiento del paciente, aspectos conductuales y actitudinales del profesional en formación tienen un peso determinante en la calidad y repetición del estudio. Además, los ítems que evalúan la planificación técnica (como la capacidad para identificar estructuras anatómicas, el uso de lenguaje adecuado para dar indicaciones o la correcta elección de secuencias), muestran un mayor cumplimiento, con una gran mayoría de respuestas afirmativas (sí) y frecuencias observadas muy cercanas a las esperadas, mostrando un panorama alentador debido a que se han desarrollado habilidades técnicas básicas importantes, aunque aún persisten áreas críticas relacionadas con el enfoque, la comunicación y la ejecución integral.

Comprobación del segundo objetivo

Objetivo 2: Describir los factores humanos que intervienen en la repetición de una resonancia magnética en adultos de hospitales donde estudiantes de la carrera de radiología de la universidad de El Salvador realizan la práctica hospitalaria.

Hipótesis II:

- **(H₁):** Los factores humanos intervienen en la repetición de una resonancia magnética
- **(H₀):** Los factores humanos no intervienen en la repetición de una resonancia magnética

Tabla 19: Matriz de contingencia del objetivo II

Variable: Factores humanos		Frecuencias		
Indicador	Ítem	í	o	Total
Movimientos voluntarios e involuntarios del paciente	9. ¿Los movimientos voluntarios e involuntarios del paciente pueden influir en la repetición de un estudio en resonancia magnética	208	0	208
Estado emocional del paciente	10. Es importante el estado emocional del paciente para realizar un estudio de Resonancia Magnética	122	86	208
Elementos externos al paciente	11. Los elementos externos al paciente como (válvulas cardíacas artificiales, articulaciones artificiales) pueden afectar en la adquisición de secuencias en el estudio	208	0	208
TOTAL		538	86	624

Obteniendo frecuencia esperada:

Sí

$$(Fe\ 9) = (208) * (538) / 624 = 179$$

$$(Fe\ 10) = (208) * (538) / 624 = 179$$

$$(Fe\ 11) = (208) * (538) / 624 = 179$$

No

$$(Fe\ 9) = (208) * (86) / 624 = 29$$

$$(Fe\ 10) = (208) * (86) / 624 = 29$$

$$(Fe\ 11) = (208) * (86) / 624 = 29$$

Tabla 20: Cálculo de Chi-cuadrado del objetivo II

N° ITEM	Sí					No				
	Fo	Fe	Fo - Fe	(Fo-Fe) ²	$\frac{(fo - fe)^2}{fe}$	Fo	Fe	Fo - Fe	(Fo-Fe) ²	$\frac{(fo - fe)^2}{fe}$
9	208	179	29	841	4.70	0	29	-29	841	29.00
10	122	179	-57	3249	18.15	86	29	57	3249	112.03
11	208	179	29	841	4.70	0	29	-29	841	29.00
Total	538	537			27.55	86	87			170.03

Cálculo de los grados de libertad.

$$v = (\# \text{ de filas} - 1) * (\# \text{ de columnas} - 1)$$

$$v = (3 - 1) * (2 - 1) = 2$$

Nivel de significancia

La prueba X^2 demuestra un valor calculado de 197.53, muy por encima del valor crítico de tabla (5.9915) con 2 grados de libertad al 5% de significancia. Esta brecha evidencia una discrepancia significativa entre las frecuencias observadas y las esperadas bajo la hipótesis nula. Es por esto por lo que se acepta la hipótesis de trabajo (H_1) que indica que los factores humanos inciden en la repetición de estudios de RM y se rechaza la hipótesis nula (H_0), la cual plantea que los factores humanos no intervienen en la necesidad de repetir el estudio.

Validación de la hipótesis

$$X^2_{\text{Calc}} = 197.53$$

$$X^2_{\text{Critico}} = 5.9915$$

El desglose de las contribuciones individuales al estadístico global revela que el estado emocional del paciente concentra cerca del 66% del X^2 total, convirtiéndose en el determinante principal de la repetición del estudio. Esto sugiere que la ansiedad, el miedo o la claustrofobia no están siendo abordados eficazmente, lo que provoca interrupciones o movimientos durante la exploración. Los otros dos factores (movimientos voluntarios e involuntarios y presencia de implantes u otros cuerpos metálicos) aportan alrededor del 17% cada uno.

Comprobación del tercer objetivo

Objetivo 3: Determinar los errores tecnológicos que inciden en la repetición de una resonancia magnética en adultos de hospitales donde estudiantes de la carrera de radiología de la universidad de El Salvador realizan la práctica hospitalaria.

Hipótesis:

- **(H₁):** Los errores tecnológicos inciden en la repetición de una resonancia magnética
- **(H₀):** Los errores tecnológicos no inciden en la repetición de una resonancia magnética

Tabla 21: Matriz de contingencia del objetivo III

Indicador	Variable: Factores tecnológicos	Frecuencias		
	Ítem	Sí	No	Total
Parámetro de adquisición de la imagen	12. Adquiere las secuencias de imágenes de acuerdo con los parámetros de secuencia como factores intrínsecos t1 y t2 Y factores extrínsecos tiempos eco e inversión según la secuencia programada	208	0	208
Artefacto de ángulo mágico	13. Identifica los artefactos que afectan a la resolución de la imagen debido al ángulo, mágico artefacto de Edy artefacto por antena	136	72	208
Factores ambientales	14. Los factores ambientales influyen en la repetición y calidad de la imagen en RM	127	81	208
Fallas en repeticiones tecnológicas	15. Conoce las fallas tecnológicas que se presentan en el equipo (fallas en el imán e interacción electromagnética)	132	76	208
TOTAL		603	229	832

Obteniendo frecuencia esperada:

Sí	No
$(Fe\ 12) = (208) * (603) / 832 = 150.75$	$(Fe\ 12) = (208) * (229) / 832 = 57.25$
$(Fe\ 13) = (208) * (603) / 832 = 150.75$	$(Fe\ 13) = (208) * (229) / 832 = 57.25$
$(Fe\ 14) = (208) * (603) / 832 = 150.75$	$(Fe\ 14) = (208) * (229) / 832 = 57.25$
$(Fe\ 15) = (208) * (624) / 832 = 150.75$	$(Fe\ 15) = (208) * (229) / 832 = 57.25$

Tabla 22: Cálculo de Chi-cuadrado del objetivo III

N° ITEM	Sí					No				
	Fo	Fe	Fo-Fe	(Fo -Fe) ²	$\frac{(fo - fe)^2}{fe}$	Fo	Fe	Fo-Fe	(Fo-Fe) ²	$\frac{(fo - fe)^2}{fe}$
12	208	150.75	57.25	3277.56	21.74	0	57.25	-57.25	3277.56	57.25
13	136	150.75	14.75	217.56	1.44	72	57.25	14.75	217.56	3.80
14	127	150.75	23.75	564.06	3.74	81	57.25	23.75	564.06	9.85
15	132	150.75	18.75	351.56	2.33	76	57.25	18.75	351.56	6.14
Total	603	603			29.26	229	229			77.04

Cálculo de los grados de libertad.

$$v = (\# \text{ de filas} - 1) * (\# \text{ de columnas} - 1)$$

$$v = (4 - 1) * (2 - 1) = 3$$

Nivel de significancia

El valor de X² calculado es muy superior al valor crítico de la tabla identificada con 3 grados de libertad al 5% de significancia, por lo que se acepta la hipótesis de trabajo (H₁) que establece que los errores tecnológicos inciden en la repetición de estudios de RM y se rechaza la hipótesis nula (H₀) que establece que los errores tecnológicos no inciden en la repetición indicando que los errores tecnológicos influyen de forma estadísticamente demostrable en la repetición de estudios de resonancia magnética.

Validación de la hipótesis

$$X^2_{\text{critico}} = 106.3$$

$$X^2_{\text{calculado}} = 7.8147$$

El ítem de parámetros de adquisición de la imagen acumula aproximadamente el 70% del X² total, reflejando un fuerte consenso sobre la relevancia de configurar correctamente T1, T2, TE e inversión; sin embargo, la contribución tan alta advierte que cualquier lapsus en estos parámetros se traducirá casi automáticamente en la repetición del estudio.

CAPITULO VI

6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

El grupo investigador, en relación con los resultados obtenidos concluye que:

1. Los aparatos tecnológicos que no son indispensables para la adquisición de los estudios y que producen distracción para el personal de radiología del área de RM
2. El estado anímico del personal de radiología que interfiere de manera significativa en su desempeño laboral maximizando o reduciendo la adquisición de estudios.
3. Es fundamental el uso del lenguaje adecuado para difundir la información del profesional con el paciente y comunicar las instrucciones previo al estudio de RM.
4. Los movimientos tanto voluntarios como involuntarios del paciente inciden en la repetición de estudios de RM.
5. El estado emocional del paciente interviene en la adquisición del estudio de RM de manera positiva o negativa.
6. Los elementos externos al paciente afectan el resultado de la imagen obtenida, contribuyendo a la repetición de un estudio de RM.
7. Las imágenes son correctamente adquiridas de acuerdo con los factores intrínsecos e intrínsecos, según la secuencia programada.
8. Los factores ambientales del equipo de RM influyen en la calidad de la imagen obtenida, reduciendo la resolución espacial.
9. Los artefactos generados propiamente por el equipo de RM que intervienen en la repetición de estudios son desconocidos por una parte considerable del personal del área RM.

6.2 RECOMENDACIONES

El grupo investigador con relación a las conclusiones planteadas recomienda lo siguiente:

1. Reducir al máximo el uso de los dispositivos electrónicos distractores mientras los licenciados de radiología del área de RM ejecutan los estudios, previniendo errores de percepción y de distracción.
2. Evitar que el estado anímico del personal interfiera en el desempeño laboral mediante estrategias de autocuidado emocional, gestión del estrés y fortalecimiento de la inteligencia emocional.
3. Que el profesional de radiología responsable de hacer los estudios en el área de RM, siga mejorando la comunicación clara y efectiva con los pacientes, así como al acompañante para crear un ambiente seguro para la buena colaboración de los pacientes que se realizan un estudio de RM.
4. Se le recomienda al profesional de radiología del área de RM mantener y mejorar la verificación del acomodamiento correcto del paciente junto con la comunicación continua para evitar en medida de lo posible cualquier movimiento voluntario del paciente además cerciorarse que el paciente mantenga sus orejeras para evitar distraerse con el sonido alto que se genera en el campo magnético.
5. Mejorar la empatía del profesional de radiología con el paciente previo a la realización de su estudio, evaluando su estado emocional para reducir el estrés y ansiedad al que será sometido en el estudio, ya que muchos de los pacientes tienden a sensibilizarse por ser un estudio desconocido, desinformación o claustrofobia.
6. Detectar el tipo de artefacto externo al paciente, que pueda interferir en el estudio al ser sometido a campos magnéticos, evaluar la distorsión que el artefacto pueda generar en la imagen de la región de interés, y evitar la realización si es contraproducente para no realizar estudios inútiles.
7. Que el profesional de radiología responsable de hacer los estudios de RM, informe de forma breve y concisa cualquier fallo que pueda presentar el equipo de RM, para evitar deficiencias en la adquisición de parámetros extrínsecos e intrínsecos.

8. Que los equipos de RM de los hospitales donde estudiantes de la UES realizan sus prácticas hospitalarias sigan manteniéndose con una buena calibración para evitar fallos de recepción de señal o prolongación de barridos por secuencias.
9. Que el profesional mejore y amplie el conocimiento de identificación de artefactos generados por el equipo, mejorando el criterio propio y capacidad para identificar falsos positivos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Universidad del Atlantico. Evolucion de la resonancia. [Online]; 2023. Acceso 17 de Marzode 2025. Disponible en: <https://www.studocu.com/co/document/universidad-del-atlantico/quimica-organica/evolucion-de-la-resonancia/78219916>.
2. Lahelya C, Valeria V, Jaime R, Juan R, Magno S. Revolucion de la medicina con resonancia magnetica. Revista Gregoriana de Ciencias de La Salud. 2024;; p. 129.
3. Diagnosticas Cdi. BMP Imagenes Diagnosticas. [Online] Acceso 17 de Marzode 2025. Disponible en: https://www.medicosdeelsalvador.com/clinicas/radiologia/bmp-imagenes-diagnosticas_17.html#:~:text=En%201993%20la%20CI%C3%ADnica%20Brito,Jos%C3%A9%20Luis%20Mart%C3%ADnez%20P%C3%A9rez.
4. MINSAL. Inaguracion de Resonancia Magnetica En Hospital Bloom. Hospital Nacional de Niños "Benjamin Bloom". Disponible en <https://www.laprensagrafica.com/elsalvador/Inauguran-equipo-de-resonancia-magnetica-en-Hospital-Bloom-20170124-0075.html>
5. Joaquin M. Guia de procedimientos de Resonancia Magnetica. Unidad de soporte al diagnostico y tratamiento. 2021;; p. 78.
6. C E. Resonancia magnética para técnicos conceptos basicos. Liber Libro.com ed.
7. Biomedicas Indi. (NIBIB). Imagen por resonancia magnética (IRM). [Online] Acceso 17 de Marzode 2025. Disponible en: <https://www.nibib.nih.gov/espanol/temas-cientificos/imagen-por-resonancia-magn%C3%A9tica-irm.>

8. Mendoza JE. Guia de Procedimientos de Resonancia Magnetica. Unidad de Soporte al Diagnostico Y Tratamiento. 2021;; p. 78.
9. Sistema de Almacenamiento. [Online] Acceso 17 de Marzode 2025. Disponible en: <https://www.postdicom.com/es/services/pacs>.
10. Joaquín C, Juan S. Resonancia magnética dirigida a técnicos superiores en imagen para diagnóstico. 9788490227459th ed. Avda,Josep Tarradellas,Barcelona ,España: Elsevier; 2015.
11. María ALADR. Principios de resonancia magnética; 2012.
12. Cuadrado c. [Online]. Disponible en: http://labrad.fisica.edu.uy/docs/tabla_chi_cuadrado.pdf

ANEXOS

ANEXO 1: CRONOGRAMA

CRONOGRAMA POR MESES																								
ACTIVIDADES POR SEMANA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Presentación de asesor de tesis																								
Propuestas de temas a investigar																								
Elección del tema y elaboración del capítulo 1																								
Asesoría con revisión del capítulo 1 y elaboración del capítulo II																								
Asesoría de Revisión del capítulo II																								
Elaboración del capítulo III																								
Asesoría de revisión de capítulo III																								
Elaboración de instrumentos de recolección de datos.																								
Asesoría de instrumentos de recolección																								
Elaboración de permisos para recolectar los datos.																								
Asesoraría de supervisión de cartas de solicitud de permisos																								
Asesoría de recolección de datos y planeación de tabulación.																								
Revisión de recolección de datos y planeación de tabulación.																								
Asesoría de revisión de tabulación y análisis de datos																								
Procedimiento de recolección de datos y respectiva tabulación																								
Asesoría de revisión de protocolo																								
Entrega de protocolo																								

ANEXO 2: PRESUPUESTO

Por razones económicas internas a la investigación, el costo económico de esta investigación es financiado por los integrantes del grupo investigador se abarcaron gastos y fueron distribuidos en la siguiente tabla:

Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Papelería y útiles	Unidad	10	\$1.50	\$15.00
Impresiones	Unidad	100	\$0.05	\$5.00
Anillados	Unidad	1	\$5.00	\$5.00
Trasporte	Unidad	3	\$20.00	\$.60.00
Internet	Mes	6	\$25.00	\$150.00
Total				\$235.00

ANEXO 3 CUESTIONARIO



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD

LICENCIATURA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES

**CUESTIONARIO DIRIGIDO A LICENCIADOS DEL AREA DE RESONANCIA
MAGNETICA EN LOS HOSPITALES DONDE ESTUDIANTES DE LA CARRERA
DE RADIOLOGIA E IMÁGENES DE LA UES REALIZAN LA PRACTICA
HOSPITALARIA**

Objetivo: Recopilar información por parte de los licenciados que laboran en el área de RM sobre factores incidentes en la repetición de una resonancia magnética en pacientes adultos

Indicaciones:

- Lea y analice cada pregunta y marque la opción según sea su caso
- Responda a cada pregunta con la mayor sinceridad posible
- La información que usted proporcione será de uso exclusivo para la investigación

N°	Posible factor incidente en la repetición de una resonancia magnética en pacientes adultos	Respuesta afirmativa	Respuesta negativa
1	¿Considera que se distrae fácilmente con objetos tecnológicos o abandona el área de trabajo?	SI	NO
2	¿Cree que le afecta su estado de ánimo en la ejecución del estudio?	SI	NO
3	¿Considera que identifica estructuras de la región de interés para su planificación?	SI	NO
4	¿Comunica al paciente y acompañante las indicaciones necesarias antes de realizar los estudios de RM?	SI	NO
5	¿Verifica si los estudios son completados correctamente?	SI	NO
6	¿Considera tener criterio propio para agregar secuencias necesarias según patologías?	SI	NO
7	¿Verifica el posicionamiento del paciente antes de realizar el estudio?	SI	NO
8	¿Aplica las secuencias correctas para obtener una imagen de buena calidad?	SI	NO
9	¿Considera que los movimientos voluntarios e involuntarios del paciente pueden afectar en la repetición de un estudio en RM?	SI	NO
10	¿Toma en cuenta el estado emocional del paciente para realizar un estudio de RM?	SI	NO
11	¿Considera que los elementos externos al paciente como (válvulas cardíacas artificiales, articulaciones artificiales) pueden afectar en la adquisición de secuencias?	SI	NO
12	¿Aplica las secuencias de imágenes de acuerdo con los parámetros de secuencia como factores intrínsecos y factores extrínsecos según la secuencia programada?	SI	NO
13	¿Considera que los artefactos del campo magnético afectan en la resolución de la imagen debido al ángulo mágico (artefacto de Edy, artefacto por antena)?	SI	NO
14	¿Cree que los factores ambientales influyen en la repetición y calidad de imagen en RM?	SI	NO
15	¿Logra identificar las fallas tecnológicas que se presentan en el equipo (fallas en el imán e interacción electromagnética)?	SI	NO

ANEXO 4: GUÍA DE OBSERVACIÓN DE RM



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD

LICENCIATURA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES

GUÍA DE OBSERVACIÓN.

Objetivo: Recopilar información con la finalidad de identificar los factores que inciden en la repetición de una resonancia magnética en adultos de hospitales donde estudiantes de la carrera de radiología de la Universidad de El Salvador realizan prácticas hospitalarias.

Nombre: _____ **Fecha:** ___ / ___ / ___ **Hora:** _____

Personal del área de Resonancia Magnética	SI	NO
1. Se distrae fácilmente con objetos tecnológicos o abandona el área de trabajo		
2. El estado de ánimo del personal influye en la ejecución del estudio		
3. Sabe identificar toda la estructura de la región de interés para su planificación.		
4. El profesional de radiología utiliza el lenguaje adecuado para dar las indicaciones previas a realizar el estudio		
5. El profesional de radiología termina por completo el estudio de RM		

6. El personal tiene criterio propio para agregar secuencias necesarias según las patologías		
7. El profesional de radiología posiciona de forma adecuada al paciente antes de realizar el estudio		
8. El profesional de radiología utiliza las secuencias correctas para obtener una imagen de buena calidad		
9 ¿Los movimientos voluntarios e involuntarios del paciente pueden influir en la repetición de un estudio en RM?		
10. Es importante el estado emocional del paciente para realizar un estudio de RM		
11. Los elementos externos al paciente como (válvulas cardiacas artificiales, articulaciones artificiales) pueden afectar en la adquisición de secuencias.		
12. Adquiere las secuencias de imágenes de acuerdo con los parámetros de secuencia como (factores intrínsecos (t1 y t2) y factores extrínsecos (tiempos eco e inversión) según la secuencia programada		
13. Identifica los artefactos que afecta en la resolución de la imagen debido al ángulo mágico (artefacto de Edy, artefacto por antena)		
14. Los factores ambientales influyen en la repetición y calidad de imagen en RM		
15. Conoce las fallas tecnológicas que se presentan en el equipo (fallas en el imán e interacción electromagnética)		



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE MEDICINA
 ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD
 LICENCIATURA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES

28 de abril, 2025

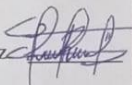
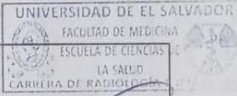
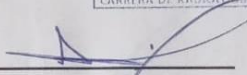

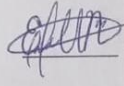
Dra. Susana Yanira Cruz de Pereira
Jefa del departamento de radiología e imágenes
Hospital Nacional de El Salvador

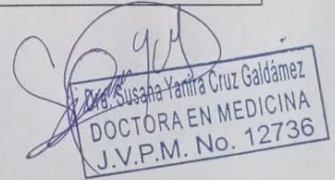
Reciba un cordial saludo, a la vez deseándole éxitos en sus labores cotidianas.

Por medio de la presente, el equipo de tesis de egresados de la carrera de radiología e imágenes de la Universidad de El Salvador solicitamos la autorización de realizar una guía de observación y un cuestionario de 15 ítems respectivamente en el área de resonancia magnética, con el fin de recopilar información verídica para nuestro tema de tesis denominado: **FACTORES QUE INCIDEN EN LA REPETICION DE UNA RESONANCIA MAGNETICA EN PACIENTES ADULTOS EN HOSPITALES DONDE ESTUDIANTES DE LA UES REALIZAN SUS PRACTICAS HOSPITALARIAS E EL PERIODO DE MARZO A JUNIO 2025.** Solicitamos respetuosamente su autorización para realizar un sondeo a través de un cuestionario para el personal de radiología del área de RM, asimismo para realizar la guía de observación durante la adquisición de estudios de RM que nos permitirá ratificar nuestra información.

Es importante mencionar que ningún licenciado estará obligado a proporcionar su nombre ya que la información que el grupo solicitará y verificará será estrictamente con fines académicos y con absoluta confidencialidad.

Nos despedimos agradeciendo su disposición y valiosa colaboración que ayudara en nuestro proyecto de tesis y formación como profesionales.

Esmeralda Lissette Rauda Gómez 	 V.B.  MsC. Juan Carlos Aguilar Ramírez Asesor de tesis de la Carrera en Licenciatura en Radiología e Imágenes.
Melissa Beatriz López Melara 	
Evelin Yesenia Guzmán Palacios 	





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE MEDICINA
 ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD
 LICENCIATURA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES

28 de abril, 2025

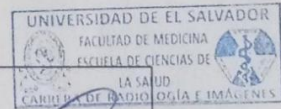
Licda. Marta Yanira Navarro Battle
Jefa del departamento de radiología e imágenes
Hospital Nacional Rosales

Reciba un cordial saludo, a la vez deseándole éxitos en sus labores cotidianas.

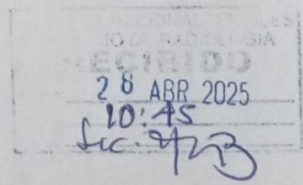
Por medio de la presente, el equipo de tesis de egresados de la carrera de radiología e imágenes de la Universidad de El Salvador solicitamos la autorización de realizar una guía de observación y un cuestionario de 15 ítems respectivamente en el área de resonancia magnética, con el fin de recopilar información verídica para nuestro tema de tesis denominado: **FACTORES QUE INCIDEN EN LA REPETICION DE UNA RESONANCIA MAGNETICA EN PACIENTES ADULTOS EN HOSPITALES DONDE ESTUDIANTES DE LA UES REALIZAN SUS PRACTICAS HOSPITALARIAS E EL PERIODO DE MARZO A JUNIO 2025.** Solicitamos respetuosamente su autorización para realizar un sondeo a través de un cuestionario para el personal de radiología del área de RM, asimismo para realizar la guía de observación durante la adquisición de estudios de RM que nos permitirá ratificar nuestra información.

Es importante mencionar que ningún licenciado estará obligado a proporcionar su nombre ya que la información que el grupo solicitará y verificará será estrictamente con fines académicos y con absoluta confidencialidad.

Nos despedimos agradeciendo su disposición y valiosa colaboración que ayudara en nuestro proyecto de tesis y formación como profesionales.



Esmeralda Lissette Rauda Gómez	 V.B. _____
Melissa Beatriz López Melara	 MsC. Juan Carlos Aguilar Ramírez
Evelin Yesenia Guzmán Palacios	Asesor de tesis de la Carrera en Licenciatura en Radiología e Imágenes.





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE MEDICINA
 ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD
 LICENCIATURA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES

28 de abril, 2025

Lic. Fernando Romero
Jefe del servicio de radiología e imágenes
Hospital General ISSS

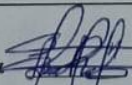

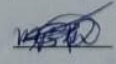

Reciba un cordial saludo, a la vez deseándole éxitos en sus labores cotidianas.

Por medio de la presente, el equipo de tesis de egresados de la carrera de radiología e imágenes de la Universidad de El Salvador solicitamos la autorización de realizar una guía de observación y un cuestionario de 15 ítems respectivamente en el área de resonancia magnética, con el fin de recopilar información verídica para nuestro tema de tesis denominado: **FACTORES QUE INCIDEN EN LA REPETICION DE UNA RESONANCIA MAGNETICA EN PACIENTES ADULTOS EN HOSPITALES DONDE ESTUDIANTES DE LA UES REALIZAN SUS PRACTICAS HOSPITALARIAS E EL PERIODO DE MARZO A JUNIO 2025.** Solicitamos respetuosamente su autorización para realizar un sondeo a través de un cuestionario para el personal de radiología del área de RM, asimismo para realizar la guía de observación durante la adquisición de estudios de RM que nos permitirá ratificar nuestra información.

Es importante mencionar que ningún licenciado estará obligado a proporcionar su nombre ya que la información que el grupo solicitará y verificará será estrictamente con fines académicos y con absoluta confidencialidad.

Nos despedimos agradeciendo su disposición y valiosa colaboración que ayudara en nuestro proyecto de tesis y formación como profesionales.



Esmeralda Lissette Rauda Gómez 	V.B. 
Melissa Beatriz López Melara 	MsC. Juan Carlos Aguilar Ramirez Asesor de tesis de la Carrera en Licenciatura en
Evelin Yesenia Guzmán Palacios 	Radiología e Imágenes.



Lic. Fernando Alfredo Romero Pineda
 LICENCIADO EN RADIOLOGIA E IMAGENES
 J.V.P.M. No. 323



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE MEDICINA
 ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD
 LICENCIATURA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES

28 de abril, 2025

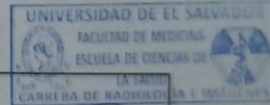
Dr. Pedro Zepeda
 Jefe del departamento de radiología e imágenes
 Hospital General ISSS

Reciba un cordial saludo, a la vez deseándole éxitos en sus labores cotidianas.

Por medio de la presente, el equipo de tesis de egresados de la carrera de radiología e imágenes de la Universidad de El Salvador solicitamos la autorización de realizar una guía de observación y un cuestionario de 15 ítems respectivamente en el área de resonancia magnética, con el fin de recopilar información verídica para nuestro tema de tesis denominado: **FACTORES QUE INCIDEN EN LA REPETICION DE UNA RESONANCIA MAGNETICA EN PACIENTES ADULTOS EN HOSPITALES DONDE ESTUDIANTES DE LA UES REALIZAN SUS PRACTICAS HOSPITALARIAS E EL PERIODO DE MARZO A JUNIO 2025.** Solicitamos respetuosamente su autorización para realizar un sondeo a través de un cuestionario para el personal de radiología del área de RM, asimismo para realizar la guía de observación durante la adquisición de estudios de RM que nos permitirá ratificar nuestra información.

Es importante mencionar que ningún licenciado estará obligado a proporcionar su nombre ya que la información que el grupo solicitará y verificará será estrictamente con fines académicos y con absoluta confidencialidad.

Nos despedimos agradeciendo su disposición y valiosa colaboración que ayudara en nuestro proyecto de tesis y formación como profesionales.



Esmeralda Lissette Rauda Gómez		V.B. MsC. Juan Carlos Aguilar Ramirez Asesor de tesis de la Carrera en Licenciatura en Radiología e Imágenes.
Melissa Beatriz López Melara		
Evelin Yesenia Guzmán Palacios		



Jo Ba
 Dr. Pedro Alfonso Zepeda Castillo
 DOCTOR EN MEDICINA
 J.V.P.M. No. 7277

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA LICENCIATURA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES



PROYECTO DE INTERVENCIÓN:

FORTALECIMIENTO DE LA COMUNICACIÓN EFECTIVA DEL PERSONAL QUE LABORA EN EL AREA DE RADIOLOGIA EN RM HACIA LOS PACIENTES SOMETIDOS A ESTUDIOS.

POR:

ESMERALDA LISSETTE RAUDA GÓMEZ

MELISSA BEATRIZ LÓPEZ MELARA

EVELIN YESENIA GUZMÁN PALACIOS

ASESOR:

MsC. JUAN CARLOS AGUILAR RAMÍREZ

Ciudad universitaria “Dr. Fabio Castillo Figueroa”, El Salvador, julio 2025

TEMA:

“Fortalecimiento de la comunicación efectiva del personal que labora en el área de radiología en RM hacia los pacientes sometidos a estudios”

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

En los servicios de radiología, especialmente en el área de resonancia magnética, se ha identificado una comunicación limitada entre el profesional y los pacientes. Esta situación puede generar ansiedad, malentendidos sobre el procedimiento y en algunos casos movimientos durante el estudio que afectan la calidad de la imagen, provocando la repetición del examen y un mayor desgaste tanto para el paciente como para el personal. Por lo que por medio de este proyecto de intervención se buscó incentivar una mejor comunicación efectiva hacia los pacientes por medio de afiches colocados en el área de trabajo donde ejecutan los estudios.

FASES DEL PROYECTO DE INTERVENCIÓN:

Planificación:

En esta fase se elaboró las posibles soluciones y métodos para abordar el problema. Se creó material didáctico e informativo, con recomendaciones y recordatorios dirigidos a los licenciados del área de RM recalcando que es uno de los factores que inciden en la repetición de los estudios.

Ejecución:

En esta fase se realizó un afiche informativo en relación con el tema de intervención, posteriormente se colocaron en las áreas de RM con el fin optimizar la comunicación efectiva y a la vez minimizar la posibilidad de repetir estudios de RM.

Evaluación:

Esta fase, se realizó mediante la ejecución de las 2 anteriores, ya que de esta forma se pudo revisar el desarrollo de estas determinando así si el plan fue viable en su aplicación tomando en cuenta los recursos humanos y materiales.

Beneficiarios:

Población directa: Personal que labora en el área de RM, ya que ellos son los responsables de brindar las indicaciones a los pacientes y al hacerlo correctamente se minimiza la posibilidad de repetición de los estudios maximizando la calidad de atención y resultados óptimos.

Población indirecta: Pacientes que se sometieron a estudios de RM ya que con una buena colaboración consecuente de una comunicación efectiva se minimiza la posibilidad de repetición de los estudios generando resultados óptimos.

Localización:

El proyecto se ejecutó en las áreas de Resonancia Magnética del Departamento de Radiología e imágenes del Hospital Nacional Rosales, Institución de salud pública, ubicado en 25 Avenida Norte, entre 1ª Calle Poniente y Alameda Roosevelt, San Salvador; y del Hospital General del ISSS, Institución del seguro social, ubicado en 25 Avenida Norte y Alameda Juan Pablo II, San Salvador.

JUSTIFICACION:

Una comunicación clara y empática contribuye a reducir la ansiedad del paciente, mejora la colaboración durante el examen y minimiza errores técnicos. Este proyecto tiene como fin promover una atención más humana y eficiente en el entorno de la imagenología médica.

OBJETIVOS:

GENERAL

Fortalecer la comunicación efectiva del personal de radiología que realiza estudios de resonancia magnética, para mejorar la experiencia del paciente y la eficiencia del procedimiento.

ESPECÍFICOS

- Formulación de un afiche informativo que incentive al personal del área de RM a optimizar el bienestar del paciente, para que sirva como material de apoyo.
- Reducir el nivel de ansiedad de los pacientes mediante una comunicación efectiva
- Mejorar la comunicación de los licenciados hacia los pacientes que se someten a los estudios.

RECURSOS:

A. Humanos

Estudiantes ejecutores:

- Melissa Beatriz López Melara
- Esmeralda Lissette Rauda
- Evelin Yesenia Guzmán
Palacios

B. Materiales

Papelería

Formatos de diseños digitales

Computadoras

Infografías

Internet

Memoria USB

C. Financieros

Fotocopias e impresiones de material

Conexión a internet

Papelería

PRESUPUESTO

Elementos	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Impresiones y copias	24	\$0.25	\$6.00
Memoria USB	1	\$7.00	\$7.00
Datos móviles	6	\$2.00	\$12.0
papelería y útiles	24	\$0.25	\$6.00
Total			\$31

Anexo: Material didáctico para el proyecto

RECOMENDACIONES DURANTE LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE RM

- Usar lenguaje accesible
- Explicación paso a paso del estudio
- Anticipar sensaciones durante el estudio

- Haz pausas para preguntas
- Comprender emociones al momento de realizar una RM

- Brindar seguridad al acompañante.
- Informar sin comprometer la privacidad del paciente

- Brindar seguridad al acompañante
- Revisar contraindicaciones de forma amable y no invasiva

- Ofrecer estrategias para el confort
- Comunicación constante a través del intercomunicador

- Reasegurar al paciente
- Explicar la importancia de la inmovilidad y duración del estudio
- Supervisión visual si es posible

