

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA  
LICENCIATURA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES**



**Universidad de El Salvador**

*Hacia la libertad por la cultura*

**INFORME FINAL DE INVESTIGACION PREVIO A OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIATURA EN RADIOLOGIA E IMAGENES**

PROTOCOLOS ESTANDAR EN RESONANCIA MAGNETICA DE LAS DIFERENTES REGIONES DEL CUERPO HUMANO Y SU APLICACIÓN PRACTICA EN EL HOSPITAL GENERAL DEL INSTITUTO SALVADOREÑO DEL SEGURO SOCIAL EN EL PERIODO DE FEBRERO A JUNIO DE 2018.

**PRESENTADO POR**

ALVARENGA DE VALLADARES CAMILA MICHELLE

LOPEZ LEIVA VERONICA EUNICE

SANDOVAL DE COLOCHO SUGEY ABIGAIL

**ASESOR**

LIC. JUAN CARLOS AGUILAR

CIUDAD UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE DEL 2018.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

Maestro Roger Armando Arias

VICE- RECTOR ACADEMICO

Dr. Manuel de Jesús Joya

VICE- RECTOR ADMINISTRATIVO

Ing. Nelson Bernabé Granados

SECRETARIA GENERAL

Lic. Cristóbal Hernán Ríos Benítez

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

DECANA

Dra. Maritza Mercedes Bonilla

VICE-DECANA

Licda. Nora Elizabeth Abrego de Amado

DIRECTORA DE LA ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA

Lic. Lastenia Dálide Ramos de Linares

DIRECTOR DE LA CARRERA

Lic. Roberto Enrique Fong

SAN SALVADOR

SEPTIEMBRE 2018

CENTROAMERICA

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a **mi Dios todopoderoso** por darme la sabiduría, la inteligencia, por darme vida y salud para llegar hasta aquí, porque puedo decir que este trabajo de tesis ha sido una gran bendición en todo sentido, y no cesan mis ganas de decir que es gracias a ti que esta meta está cumplida. Gracias por estar presente no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento en mi educación ofreciéndome lo mejor y buscando lo mejor para mi persona.

A **mi esposo** Fabricio por entenderme en todo, porque en todo momento fue un apoyo incondicional, por su paciencia y dedicación a mí, es la felicidad encajada en una sola persona, a la cual yo amo demasiado. Gracias por compartir sus conocimientos y sus experiencias que como Profesional de Radiología e Imágenes ha adquirido y transmitirlos a mí que sin duda fueron de mucha importancia.

Gracias a **mis padres** por el amor recibido, la dedicación y la paciencia con la que cada día se preocupaban por mi avance y desarrollo de mi carrera, es simplemente único, por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias a **mi madre** por estar dispuesta a acompañarme cada largo y agotador día de estudio, en las que su compañía y la llegada de sus comidas era para mí como agua en el desierto; gracias a **mi padre** por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida. Gracias por luchar hombro a hombro conmigo hasta aquí, así que puedo decir que este logro es tanto mío como de ellos.

A **mis hermanos** Christian y Fernando porque siempre han estado ahí conmigo y me apoyado de diferentes maneras para llegar hasta esta etapa.

Agradezco a cada uno de **mis abuelos y abuelas** por estar siempre presentes hasta donde Dios les permitió la vida, por aconsejarme y ayudarme de las formas en que ellos podían que sin duda consciente o inconscientemente las he aplicado a mi vida para llegar hasta aquí, por hablarme siempre de Dios y su misericordia desde pequeña, por aconsejarme, a

**mamá** por ser mi compañera de cuarto durante muchísimos años y animarme cada día que me levantaba a mis prácticas y cuando me veía estudiando.

A **mis tíos y tías**, Tío Salvador, Tía Tita, Tía Consuelo, Tía Chita que han estado presentes desde siempre, me han incentivado de diferentes maneras a través de los años para continuar estudiando.

A mi gordita **mi pequeña Lulú** que Dios me permitió tenerla a mi lado durante 15 años, con su amor y su forma de darme ánimos, durmiendo a mi lado o sobre mis libros cuando yo estudiaba pero su compañía valía mucho para seguir adelante.

A mis **compañeras de tesis** agradecerles porque si no hubiéramos trabajado y esforzado juntas no se hubiera podido realizar este trabajo con éxito.

A nuestro **asesor de Tesis** ya que nos apoyó, nos dirigió en cada etapa y nos alentó a concluir esta investigación.

“El temor de Jehová es el principio de la sabiduría,

Y el conocimiento del Santísimo es la inteligencia”

Prov. 9:10

**Camila Michelle Alvarenga de Valladares.**

## **AGRADECIMIENTOS.**

Agradezco a Dios por prestarme la vida para culminar con éxito el proceso educativo, por la sabiduría, entendimiento prestado y por cada una de las bendiciones que me ha dado en este largo camino y que agarrada de su mano me permita alcanzar muchas más.

A mi Madre, Padre, Mis Hermanas y M.E.M.P, por apoyarme y animarme cuando se me presentaban diversas dificultades, gracias por estar ahí, gracias por sus consejos por siempre acompañarme, Los Amo.

A mis compañeras de tesis, que por el esfuerzo del día a día para que esto fuera posible y finalizar con éxito. A los docentes encargados de Asesorar y Coordinar este proceso y a todos aquellos que nos brindaron su apoyo para realizar esta investigación en cada una de sus etapas, proporcionaron su tiempo para dar respuesta a cada una de nuestras interrogantes. Aquellos docentes que han compartido sus experiencias e instruido para ser mejores profesionales. Gracias.

**Verónica Eunice López Leiva.**

## **AGRADECIMIENTOS.**

En primer lugar te agradezco a ti Dios, por ayudarme en mi carrera, gracias por darme la fuerza y el coraje para hacer este sueño realidad, por ponerme en este loco mundo, por estar conmigo en cada momento de mi vida. Por cada regalo de gracia que me has dado y que inmerecidamente he recibido, una prueba más de tu fidelidad, prometiste una buena escuela y diste algo que fue más allá de mis expectativas, por lo que me doy cuenta que no te vale mi desarrollo, pero antes de ser una profesional quiero ser siempre tu hija, ya que es el mayor privilegio que podemos tener, más valioso que todos los títulos de la tierra.

Agradezco con todo mi amor y cariño a mi amado esposo por su sacrificio y esfuerzo, por darme una carrera para nuestro futuro y por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome su comprensión cariño y amor.

A mi hijo por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depara un futuro mejor.

A mis padres y hermanos quienes con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales.

A mis docentes, quien se ha tomado el arduo trabajo de transmitirme sus diversos conocimientos, especialmente del campo y de los temas que corresponden a mi profesión.

A mis compañeras de tesis por haber sido excelentes compañeras, por tener la paciencia necesaria y por motivarme a seguir adelante en los momentos de desesperación y sobre todo por el tiempo en que convivimos.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento alegría y tristezas y a todas aquellas personas que durante mi carrera estuvieron a mi lado apoyándome y logrando que este sueño se haga realidad.

A todos Muchas Gracias.

**Sugey Abigail Sandoval de Colocho**

## CONTENIDO

INTRODUCCION .....	v
CAPITULO I	
1.0 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....	7
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA. ....	7
1.2. SITUACION PROBLEMÁTICA. ....	9
1.3 ENUNCIADO DEL PROBLEMA .....	10
1.4. JUSTIFICACION .....	11
1.5 VIABILIDAD Y FACTIBILIDAD. ....	11
1.6. OBJETIVOS .....	13
CAPITULO II	
2.0 MARCO TEORICO.....	14
2.1. HISTORIA DE LA RESONANCIA MAGNETICA.....	14
2.2. GENERALIDADES DE LA RESONANCIA MAGNETICA. ....	15
2.3. COMPONENTES DE UN EQUIPO DE RESONANCIA MAGNETICA. ....	16
2.3.1. Jaula de Faraday .....	16
2.3.2. Campo Magnético. ....	17
2.3.3. El imán.....	17
2.3.4. Sistema cartesiano tridimensional .....	18
2.3.5. Sistema de antenas.....	19
2.3.6. Sistema de Gradientes .....	19
2.3.7. Sistema de refrigeración del compresor de Helio.....	19
2.3.8. Bobina.....	19
2.3.9. Antenas .....	20
2.3.10. Sala de control .....	21
2.3.11. Consola.....	22
2.3.12. Sala Técnica.....	22
2.3.13. Accesorios .....	23

2.4. SECUENCIAS PARA ADQUISICION DE IMÁGENES. ....	24
2.4.1. Secuencias Spin Echo.....	24
2.4.2. Secuencia Gradiente Eco.....	25
2.5. CUESTIONARIO PARA EL PACIENTE QUE SE SOMETERA A UNA EXPLORACION DE RESONANCIA MAGNETICA. ....	26
2.6. PROTOCOLOS ESTANDAR EN RESONANCIA MAGNETICA. ....	28
2.7 GLOSARIO.....	41
 CAPITULO III	
3.0 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	44
3.1. SUPUESTOS DE INVESTIGACION .....	44
3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	45
 CAPITULO IV	
4.0 DISEÑO METODOLOGICO .....	55
4.1. ENFOQUE METODOLOGICO.....	55
4.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	55
4.3. ÁREA DE ESTUDIO .....	56
4.4. POBLACION Y MUESTRA .....	56
4.5. METODOS .....	56
4.6 TÉCNICAS. ....	57
4.7. INSTRUMENTOS.....	57
4.8. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	58
4.9. PLAN DE TABULACIÓN DE DATOS .....	58
4.10. ANÁLISIS DE DATOS.....	59
4.11. COMPROBACION DE SUPUESTOS.....	59

CAPITULO V	
5.0 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	61
5.1 COMPROBACION DE SUPUESTOS. ....	91
CAPITULO VI	
6.1 CONCLUSIONES .....	97
6.2 RECOMENDACIONES .....	99
FUENTES DE INFORMACION.....	101
ANEXOS	
ANEXO 1. CUESTIONARIO .....	103
ANEXO 2. GUIA DE OBSERVACION.....	107
ANEXO 3. PROYECTO DE INTEVENCION .....	109
ANEXO 4. TRIPTICO.....	113
ANEXO 5. AFICHE .....	115
ANEXO 6. CRONOGRAMA.....	116
ANEXO 7. PRESUPUESTO .....	117

## INTRODUCCION

Con la necesidad de mejorar el diagnóstico médico fueron surgiendo las nuevas especialidades radiológicas de adquisición de imágenes, entre ellas podemos mencionar la Resonancia Magnética que realiza exploraciones de diferentes regiones del cuerpo humano sin la necesidad de exponer al paciente a la radiación ionizante, utilizando campos magnéticos para la estimulación de los núcleos de hidrogeno del propio organismo que cuenta con un protón impar que se alinean dentro de la misma entidad, dando lugar a dos tipos de movimiento que generan campo magnético rotacional detectable por el resonador. La RM con el paso del tiempo ha innovado sus herramientas y sistemas mejorando así la forma de obtener las imágenes.

La presente investigación surge de la necesidad de conocer los protocolos estándar en Resonancia Magnética de las diferentes regiones del cuerpo humano y cada uno de los parámetros que se deben tomar en cuenta en la aplicación práctica al realizar un estudio en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, para que estos conocimientos refuercen la información para todos aquellos Profesionales en formación ampliando su preparación y detallando cada uno de los requisitos que se toman en cuenta en el área de RM.

Para una mejor comprensión el documento de investigación está dividido en VI capítulos distribuidos de la siguiente manera:

**El capítulo I:** incluye el planteamiento del problema, los antecedentes de problema, la situación problemática, formulación y descripción de problema, y los beneficios a la población, muestra la justificación que refleja las razones, propósito, motivaciones e importancia de realizar dicha investigación, presenta los objetivos que se pretenden lograr y servirán de guía para la investigación.

**El capítulo II:** describe las generalidades de la RM, donde se resume rasgos históricos de los aspectos más importantes sobre la evolución de los protocolos estándar que se utilizan para la evaluación de las regiones musculo-esqueléticas que se aplican en la RM, desde sus

inicios hasta la actualidad; la fundamentación teórica y conceptual que permite comprender dicha problemática.

**El capítulo III:** se dan a conocer los supuestos de investigación como la operacionalización de variables que permitirán explorar los indicadores, que se traducirán a preguntas en los instrumentos de recolección de datos para dar la respuesta a los supuestos planteados en este mismo capítulo.

**El capítulo IV:** explica cada uno de los enfoques que la investigación incluyendo el diseño metodológico, describiendo: tipo de estudio, el área de estudio, población y muestra, métodos, técnicas e instrumentos, la comprobación de supuestos de la investigación, el proceso para la recolección de la información y el plan de tabulación y análisis de datos.

**El capítulo V:** se presentan los resultados a manera de una tabla y grafica que luego se analizan e interpretan. También se realizó una interpretación general que sirve de base para brindarle respuesta a los supuestos de investigación.

**El capítulo VI:** se presenta las conclusiones y recomendaciones de las cuales se toman en cuenta para realizar el proyecto de intervención en el área de resonancia magnética. Y para finalizar se presenta la bibliografía y el cronograma entre otros anexos.

# **CAPITULO I**

## **1.0 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

### **1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.**

Históricamente la Resonancia Magnética (RM) tiene sus inicios en 1938 cuando un catedrático de Mecánica Cuántica utilizó la técnica de resonancia de haces moleculares para estudiar las propiedades magnéticas de átomos y moléculas. Más tarde dos grupos investigadores retomaron los estudios, logrando crear las condiciones para observar y demostrar lo que se conoce como Resonancia Magnética Nuclear en materia condensada (RMN). Décadas después proponen las medidas de resonancia spin-eco que pueden ser usadas para discriminar tumores malignos y tejido normal, encontrando diferencias entre las secuencias T1 y T2, se construyó el primer Tomógrafo de Resonancia Magnética de cuerpo entero; se utilizó la primera secuencia conocida como eco-planar. Estos fenómenos se fueron estudiando cada vez más y sumándole la introducción de la tecnología digital y el procesamiento de imágenes en las computadoras, la RM fue evolucionando de manera espectacular, desarrollando una variedad de potenciaciones, protocolos y herramientas para la obtención de estas exploraciones.

En el año 1993 en El Salvador, la clínica del sector de salud privado Brito-Mejía Peña (BMP) obtuvo el primer Resonador de magneto permanente. En el año de 1995 se recibió un equipo de Resonancia Magnética en el Hospital de niños Benjamín Bloom. En 2003, se introdujo al Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS), un Resonador Magnético cerrado marca Siemens Symphony de 1.5 Teslas. En 2005, la Clínica BMP, se amplió en el Área de RM con un equipo de 1.5 T. En febrero de 2011 El Hospital Rosales adquiere un nuevo equipo de 1.5 Teslas. En junio de 2015 El Hospital General del ISSS inaugura un equipo de resonancia marca Siemens Aera de 1.5 Teslas.

La Resonancia Magnética es una especialidad de diagnóstico por imágenes que utiliza un campo magnético para la realización de estudios tipo funcional del cuerpo humano, por medio de múltiples planos anatómicos obtenidos a través del desarrollo de protocolos con el conjunto de secuencias y tiempo que lo componen programadas en la computadora conectada al equipo de RM y la colocación de bobinas (Antenas) sobre la región a estudiar para que a través de estas circulen corriente eléctrica e inducen a la creación de un campo

magnético, las cuales ayudan a visualizar la anatomía patológica del paciente. Estas exploraciones carecen de efectos adversos y ayuda a los médicos a realizar diagnósticos más precisos sin necesidad de someter al paciente a radiaciones ionizantes y procedimientos invasivos, visualizando detalladamente el funcionamiento y la morfología de cada región estudiada.

## **1.2. SITUACION PROBLEMÁTICA.**

Actualmente la cantidad de personas que necesitan atención en el servicio de Resonancia Magnética (RM) va en aumento siendo así, el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social un centro asistencial de mayor importancia en cuanto a la realización de estos estudios para el diagnóstico médico, ya que la RM se ha hecho significativamente solicitada debido a que ofrece información clínica avanzada que nos ayuda a complementar el diagnóstico de múltiples anomalías del sistema músculo esquelético, meniscos, cartílagos y ligamentos, así como el monitoreo de tratamientos, también cuenta con múltiples beneficios como: no utiliza radiación ionizante, no hay limitaciones en el número de exploraciones, puede ser adquirida en tiempo real, tiene mayor definición, calidad y posibilidades de hacer estudios vasculares sin utilizar medio de contraste. Los pacientes que se someten a estos estudios deben de cumplir ciertos requisitos como llenar algunos formularios para lograr brindar una información adecuada y evitar complicaciones que puedan poner en riesgo la vida del paciente como por ejemplo: prótesis, marcapasos, esquirlas. Los protocolos que se llevan a cabo en el área de RM, tienen una duración y desarrollo estándar, los cuales pueden variar dependiendo la petición del médico tratante en el cual se pueden omitir o agregar secuencias según el crea necesario, la condición y colaboración de cada paciente, ya que al obtener la posición solicitada de principio a fin la exploración será un éxito, de lo contrario si el paciente no colabora ya sea por molestias o incomodidades en la que se encuentre, por ejemplo, claustrofobia, síndrome de Parkinson, dolor, puede generar algún tipo de artefacto en el estudio y se tendrá que requerir la ayuda de algún medicamento para la relajación o adaptar las secuencias del protocolo, incluso administrar medio de contraste para completarlo, lo cual puede alargar el tiempo de la exploración, por este motivo es primordial que el Profesional encargado de estas exploraciones este familiarizado y capacitado con los conocimientos anatómicos, como posicionamiento del paciente y conocimientos técnicos logrando desarrollar una diversidad de protocolos que puedan generar la información necesaria para la evaluación médica, también para resolver problemas de tipo anatómico y morfológico en el paciente y atender cualquier dificultad en el área.

### **1.3 ENUNCIADO DEL PROBLEMA**

Por lo expuesto anteriormente, el equipo investigador se formula la siguiente interrogante que servirá de guía para el desarrollo de la investigación:

**¿Cuáles son protocolos estándar en Resonancia Magnética de las diferentes regiones del cuerpo humano y su aplicación práctica en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social en el periodo de Febrero a Junio de 2018?**

#### **1.4. JUSTIFICACION**

La investigación servirá para dar a conocer y fortalecer los conocimientos acerca de los protocolos estándar que se desarrollan en el Área de Resonancia Magnética para que sean tomados en cuenta en la práctica cotidiana. El estudio beneficiara al paciente para que pueda tener un buen diagnóstico médico, al Profesional en Radiología e Imágenes encargado de estas exploraciones de RM para que tenga información actualizada acerca de la realización de los protocolos estándar de forma establecida, el estudiante en su formación académica para que identifique cómo se realizan paso a paso cada uno de estos protocolos, en el aspecto educativo para generar propuestas que puedan reforzar la metodología de la enseñanza tanto teórica como práctica. Debido a que la Resonancia Magnética se va renovando con el paso del tiempo va existiendo una gran variedad de teorías que se recopilaran y documentaran de forma ordenada y clara. Los conocimientos que existen en esta área serán reforzados de acuerdo a las necesidades que se presenten durante la ejecución de los protocolos, alcanzando un momento en el cual se realizan protocolos amplios y complejos sin necesidad de utilizar medio de contraste disminuyendo así el riesgo para la salud del paciente con otro tipo de estudios que utilizan una gran cantidad de radiación y medio de contraste, ya que estos estudios de RM tienen una mayor definición y calidad de imagen. Esta investigación puede servir de guía para nuevas interrogantes que surjan debido a que esta especialidad de imagenología es amplia y se pueden enfocar en diferentes áreas y problemas.

#### **1.5 VIABILIDAD Y FACTIBILIDAD.**

El desarrollo de investigación es viable porque cuentan con los recursos necesarios como: recursos humanos que son las egresadas de la Licenciatura en Radiología e Imágenes quienes serán las encargadas de recolectar la información necesaria para este trabajo, personal que labora en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social en el servicio de RM, recursos materiales que servirán para la obtención de información y elaboración de la investigación, así también se cuenta con los recursos económicos siendo la investigación financiada por el grupo investigador y está proyectada para un periodo corto de tiempo. De igual manera es factible porque se cuenta con los permisos y

autorizaciones necesarias para poder realizar el trabajo de campo en el Área de Resonancia Magnética, así como la asesoría del personal capacitado en esta área.

## **1.6. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL.**

- Determinar los protocolos estándar en Resonancia Magnética de las diferentes regiones del cuerpo humano y su aplicación práctica en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social en el periodo de Febrero a Junio de 2018.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

- Clasificar los elementos fundamentales en la realización de un estudio de Resonancia Magnética.
- Identificar los protocolos estándar para la obtención de imágenes en las exploraciones de Resonancia Magnética.
- Conocer la aplicación de los protocolos que se desarrollan en el Hospital General en comparación a lo impartido durante la formación académica de los estudiantes.

# **CAPITULO II**

## 2.0 MARCO TEORICO

### 2.1. HISTORIA DE LA RESONANCIA MAGNETICA.

Históricamente la RM tiene sus inicios en el años 1938, cuando el catedrático de Mecánica Cuántica Isidor Isaac Rabí junto a su grupo investigador utilizaron la técnica de resonancia de haces moleculares para estudiar las propiedades magnéticas de los átomos y las moléculas. En 1945 dos grupos independientes encabezados por Félix Bloch y Edwards Mills Purcell respectivamente siguieron trabajando en la técnica de Isidor Rabí, todo esto durante la Segunda Guerra Mundial. Ambos grupos trabajaron por separado, el equipo de Purcell utilizó un bloque de 90 gr de parafina como fuente de hidrógeno (H), mientras que el equipo de Bloch empleó unas gotas de agua dentro de una esfera de cristal, ambos grupos colocaron sus muestras bajo un campo magnético y esperaron a que los núcleos se alinearan y alcanzaran un equilibrio magnético y térmico, aplicaron ondas de radio para provocar que los momentos magnéticos de las muestras se invirtieran produciendo un estado de absorción y cede al campo de frecuencias de radio. Estos dos grupos de investigadores, trabajando por separado lograron crear con tres semanas de diferencia, las condiciones para observar y demostrar lo que se conoce como Resonancia Magnética Nuclear en materia condensada (RMN). En 1952 Bloch y Purcell compartieron el Premio Nobel de la Física por estos experimentos<sup>1</sup>. Después de estos resultados, estos fenómenos se fueron estudiando cada vez más y sumándole la introducción de la tecnología digital y el procesamiento de imágenes en las computadoras, la Resonancia Magnética fue evolucionando de manera espectacular.

Fue hasta el año 2003, que en El Salvador se introdujo este tipo de innovación diagnóstica llegando al Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, un Resonador Magnético cerrado marca Siemens Symphony de 1.5 Teslas, instalado en el primer nivel del edificio, hasta el año 2015 se le sumo un segundo equipo cerrado marca Siemens Aera de 1.5 Teslas contando con un sistema de adquisición de imágenes más avanzado que el

---

<sup>1</sup>El artículo “Una ventana abierta a la curación de la mente y el cuerpo: El desarrollo de la resonancia magnética” ha sido elaborado por la escritora científica Roberta Conlan, con la colaboración de los Drs. Richard Ernst, Erwin L. Hahn, Daniel Kleppner, Alfred G. Redfield, Charles Slichter, Robert G. Shulman y Sir Peter Mansfield para **Beyond Discoveryâ: The Path from Research to Human Benefit** [Más allá del descubrimiento: el camino desde la investigación hasta el beneficio humano], un proyecto de la National Academy of Sciences (Academia Nacional de las Ciencias) de Estados Unidos. En línea: <http://www7.nationalacademies.org/spanishbeyonddiscovery/El%20desarrollo%20de%20la%20resonancia%20magn%C3%A9tica.html>

que se adquirió en 2003, siendo el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social la única institución de salud que cuenta con el área Resonancia Magnética a nivel metropolitano, dentro del rubro del Instituto Salvadoreño del Seguro Social.

## **2.2. GENERALIDADES DE LA RESONANCIA MAGNETICA.**

La Resonancia Magnética es un método basado en la emisión de energía por parte de los tejidos luego de ser sometidos a la acción de un campo magnético y a su estimulación por ondas de radio, consiste en la lectura de esa emisión de energía y su posterior digitalización y transformación en diferentes escalas de grises, mediante un programa que procesa imágenes. La diferente composición química de los tejidos, nos proporcionara una diferente emisión de energía, la que será captada y decodificada. Esto nos brinda imágenes de alta definición de los diferentes tejidos corporales, sobre todo los tejidos blandos, siendo el método de elección para la visualización de tejido nervioso como cerebro y medula espinal. En RM, la imagen se obtiene por señales que provienen del núcleo del átomo. Los protones nucleares tienen un movimiento continuo de giro sobre sí mismos (SPIN) y por lo tanto generan un pequeño campo magnético (magnetismo nuclear).

En Resonancia Magnética el contraste tisular es un aspecto clave para el diagnóstico que depende de las características intrínsecas inherentes y otras extrínsecas dependientes de factores técnicos o de aplicaciones, el contraste depende de la relación señal/ruido. Una imagen diagnóstica debe mostrar diferencias de contraste entre la anatomía normal y la patológica. Si no existe diferencia de contraste es imposible llegar a un diagnóstico, cada tejido tiene una relajación diferente y por ello una señal de RM diferente expresada en el contraste tisular un mismo tejido puede presentar contraste variable al estar enfermo o al haber un tumor; en estos casos la imagen se aprecian áreas de alta señal y áreas de bajas señal.<sup>2</sup>

El tiempo de relajación es un concepto clave para comprender el contraste de los tejidos en la imagen. Este tiempo es el que necesitan los protones para volver a su estado inicial una vez que ha cesado el pulso de excitación.

---

<sup>2</sup> J. Costa y J. A. Soria, Resonancia Magnética dirigida a Técnicos Superiores en Imagen para el Diagnóstico Médico, El Sevier España 2015, Capítulo 2, pág. 13.

En presencia de un campo magnético externo (CME) creado a través de un imán, los protones adquieren 2 orientaciones: a favor o en contra del campo magnético, se aplica una energía externa en impulsos de Radiofrecuencia, con lo que los núcleos captan esta energía cambiando su orientación y vector magnético. Finalmente, se suprime la radiofrecuencia, y los núcleos tienden a situarse de nuevo en su estado de base y liberan energía, que podemos detectar (Relajación). La radiofrecuencia es devuelta en forma de señal eléctrica oscilante, en forma de eco. Esta energía liberada, que también es un impulso de radiofrecuencia, se llama señal y se mide en tiempos T1 y T2.<sup>3</sup>

### **2.3. COMPONENTES DE UN EQUIPO DE RESONANCIA MAGNETICA.**

Un equipo de Resonancia Magnética es un conjunto de componentes mecánicos, eléctricos conformado por los siguientes elementos que producen imágenes sin la intervención de radiaciones ionizantes (rayos gamma o X), la Resonancia Magnética consta de:

1. Jaula de Faraday.
2. Imán o Campo Magnético.
3. Sistemas.
4. Bobinas.
5. Antenas.
6. Sala de control.
7. Consola.
8. Sala Técnica.
9. Accesorios.

#### **2.3.1. Jaula de Faraday**

Una jaula de Faraday es una caja metálica que protege de los campos eléctricos estáticos. Debe su nombre al físico Michael Faraday, que construyó una en 1836. Se emplean para proteger de descargas eléctricas, ya que en su interior el campo eléctrico es nulo. El

---

<sup>3</sup> Alberto Mallo, Importancia de la resonancia magnética en la planificación de la cirugía oncológica, Pág. 1, 18-05-18, En línea en : [http://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsarchivos/resonancia\\_magn\\_tica\\_agos\\_14.pdf](http://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsarchivos/resonancia_magn_tica_agos_14.pdf)

funcionamiento de la jaula de Faraday se basa en las propiedades de un conductor en equilibrio electrostático. Cuando la caja metálica se coloca en presencia de un campo eléctrico externo, las cargas positivas se quedan en las posiciones de la red; los electrones, sin embargo, que en un metal son libres, empiezan a moverse puesto que sobre ellos actúa una fuerza dada por: imagen. Como en el interior de la caja no hay campo, ninguna carga puede atravesarla; por ello se emplea para proteger dispositivos de cargas eléctricas. El fenómeno se denomina apantallamiento magnético.

### **2.3.2. Campo Magnético.**

Es cualquier carga en movimiento. Se dice que existe un campo magnético cuando en un punto del espacio, además de las fuerzas electrostáticas, se ejerce una fuerza sobre los materiales magnéticos y sobre las partículas cargadas en movimiento. El campo magnético es una magnitud vectorial por lo que posee un valor, dirección y sentido. Su potencia se mide en Tesla (T) ( $1\text{T}=10000\text{Gaus}$ )<sup>4</sup>.

### **2.3.3. El imán**

Es el componente más importante del equipo y genera el campo magnético externo y es donde se sitúa al paciente para realizarle la exploración. Este se caracteriza por ser abierto o cerrado, por generar un campo bajo menor 0,5 T, de campo medio (0,5-1,0 T) y de alto campo (1,0-3,0 T), además, por su composición se conocen como permanentes o electroimanes, estos últimos son generados por corriente eléctrica y se clasifican como resistivos y superconductores. Necesitan refrigeración, donde usualmente se utiliza agua o Helio líquido.

El imán permanente es aquel fabricado por materiales modernos fáciles de imantar. Por ejemplo, las cerámicas, que son ligeras y capaces de producir campos hasta de 0,3 T. En la resonancia se disponen varios bloques cerámicos pero el campo generado no es muy uniforme y no muy óptimo para la obtención de las imágenes a pesar de ser de bajo costo y tampoco genera gastos de mantenimiento. Una de sus ventajas es que la intensidad es baja

---

<sup>4</sup> Eloy Calvo Pérez, año 2016, Resonancia Magnética Nuclear: Diccionario ilustrado de términos imprescindibles, pág. 19.

cerca del equipo lo cual reduce las medidas de seguridad este sistema no necesita enfriamiento ni energía para su funcionamiento sus desventajas principales son que no se desconectan en caso de emergencia y que su campo magnético es más homogéneo.

El imán resistivo es un imán fabricado por espiras de alambre. El alambre utilizado es un muy buen conductor pero con una resistencia pequeña por eso su nombre. El campo magnético se forma alrededor del conductor eléctrico; se produce calor por la conducción eléctrica y se incrementa la resistencia al flujo, necesita refrigeración y energía, lo que aumenta el flujo.

El imán superconductor. Es un electroimán. Está fabricado por bobinas hechas con aleaciones metálicas que se comportan como conductores perfectos cuando se someten a enfriamiento hasta una temperatura de 100 K (-263 0 C); esto ocasiona la no resistencia al paso de una corriente. Las aleaciones metálicas se comportan como conductores normales a temperatura ambiente, pero cuando se someten a temperaturas muy bajas o criogénicas se convierten en superconductoras.<sup>5</sup> Se utiliza helio líquido como criogénico, ya que es capaz de bajar la temperatura, y se obtiene una imagen que no produce calor ni necesita voltaje. El helio se sitúa céntrico y externo al imán.

#### **2.3.4. Sistema cartesiano tridimensional.**

Sistema de coordenadas donde la posición de un punto se mide a lo largo de 3 ejes (x, y, z) ortogonales. El eje x puede ir en dirección de derecha a izquierda y viceversa formando el plano sagital. El eje y puede ir en dirección de arriba abajo y viceversa haciendo el plano coronal. El eje z puede ir de adelante hacia atrás en el plano cartesiano, formando el plano axial.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Johana Paola corredor Díaz, Optimización de protocolos de imágenes en resonancia magnética de cerebro del hospital departamental de Villavicencio, Págs. 27,30, en línea en: <http://bdigital.unal.edu.co/56990/1/46379160.2016.pdf>.

<sup>6</sup> J. Costa y J. A. Soria, Resonancia Magnética dirigida a Técnicos Superiores en Imagen para el Diagnostico Medico, El Sevier España 2015, Capitulo 11, pág. 144.

### 2.3.5. Sistema de antenas.

Conjunto de antenas encargadas de transmitir los pulsos de radiofrecuencia y de recoger los ecos.

### 2.3.6. Sistema de Gradientes.

Un gradiente es un pequeño imán colocado en el interior del campo magnético el cual nos permite escoger el plano de corte que nosotros seleccionemos. Todos estos gradientes juntos forman un sistema, se los define también como variaciones del campo magnético medidas a lo largo de una dirección.

### 2.3.7. 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.

### 2.3.8. Bobina.

Conductor de una o varias espiras por el que circula corriente eléctrica e induce la creación de un campo magnético<sup>7</sup>. En Resonancia Magnética se utiliza para referirse a los conductores que crean el campo magnético variable o de los gradientes.

**Bobina Antihelmholtz:** Consiste en dos bobinas circulares enfrentadas por las que circulan corrientes en sentidos opuestos, creándose así un gradiente magnético.

**Bobina Principal o primaria:** bobina que genera el campo magnético principal (el que prevalece en el interior del cilindro de exploración).

**Bobina Secundaria:** bobina en la cual la corriente eléctrica circula en sentido contrario a la bobina principal con lo que se consigue un apantallamiento del campo magnético. Su efecto prevalece por fuera del cilindro de exploración.

**Bobinas de gradiente:** son las bobinas que se utilizan para crear un gradiente magnético. Dentro del imán, y perfectamente centradas respecto al eje del solenoide y a su isocentro,

---

<sup>7</sup> Javier Lafuente Martínez y Luis Hernández moreno, técnica de la imagen por resonancia magnética, Pág. 26, en línea en: <http://www.serme.es/wp-content/uploads/2016/05/capitulo1p.pdf>.

existirán tres pares de bobinas que crearan gradientes magnéticos en las tres direcciones del espacio y permitirán, según el par de bobinas que se active en cada momento, obtener cortes transversales, sagitales o coronales<sup>8</sup>

### **2.3.9. Antenas.**

Son dispositivos que emiten y reciben ondas de radiofrecuencia en sincronización con los gradientes magnéticos. Muchos textos utilizan el término “bobina” (traducción del inglés “coil”) como sinónimo.

**Antenas de cuerpo:** son antenas de volumen que se encuentra en el interior del imán. Puede actuar como emisora y receptora aunque lo normal, cuando se trabaja con antenas de superficie, es que actúe como antena emisora.

**Antenas de volumen:** son antenas rígidas que, como su nombre lo indica, van a envolver la zona de estudio. Proporcionan una intensidad homogénea en todo el corte y presentan un gran poder de penetración. En función de la forma en que reciben la señal, se puede clasificar en **antenas lineales** y **antenas de cuadratura**.

**Antenas de cuadratura:** son antenas de volumen, de diseño más complejo que las antenas lineales, que detectan la señal en dos direcciones ortogonales y aprovechan toda la información contenida en la señal que recogen.

**Antenas lineales:** son antenas de volumen, de diseño muy simple, que detectan la señal en una sola dirección y no son capaces de extraer toda la información de la señal recibida.

**Antenas de superficie:** son antenas que se colocan sobre la superficie de la zona a explorar. Su intensidad no es homogénea, disminuyendo a medida que aumenta la distancia de la antena, y su poder de penetración es más pequeño resultando proporcional al diámetro de la antena. Se utilizan para el estudio de pequeños volúmenes de tejido.

**Antenas emisoras:** son antenas con la que se van a emitir los pulsos de radiofrecuencia. Se va a dirigir hacia el volumen de tejido que queremos excitar y cuando la frecuencia de emisión coincida, exactamente, con la frecuencia de precesión de los núcleos de H del

---

<sup>8</sup> Eloy Calvo Pérez, año 2016, Resonancia Magnética Nuclear: Diccionario ilustrado de términos imprescindibles, págs. 17-18.

volumen considerado, estos absorberán energía o, dicho de otra manera, entraran en resonancia.

**Antenas de recepción:** son antenas cuya función exclusiva es recoger las señales eléctricas emitidas durante la relajación de los núcleos de H. Estas se colocan cerca de la zona a explorar para recibir la señal de Resonancia Magnética.

**Antenas de transmisión-recepción:** son antenas que pueden realizar la doble función de emitir los pulsos de radiofrecuencia (RF), que excitaran a los núcleos de H, y de recoger las señales emitidas por estos. La antena o bobina de cuerpo, que se encuentra en el interior del imán, y la antena de cabeza pertenecen a este tipo de antenas.

**Antenas internas, endocavitarias o endorrectales:** son antenas de superficie, de tamaño reducido, diseñadas específicamente para realizar estudios de próstata, cuello uterino y colon.

**Antenas multicanal o Phased-Array:** se trata de varias antenas de superficie colocadas en un mismo soporte, que van a sumar sus señales para reconstruir la imagen. Cada uno de los elementos de la antena pueden ser seleccionados en función de las necesidades del estudio. Su gran ventaja es que permiten trabajar con FOV mayores a la vez que lo hacen sin perder la resolución espacial que tendría cada antena trabajando por separado. Hay que seleccionar, exclusivamente, las partes de la antena que sean necesarias para cubrir el campo que se desea estudiar con el fin de evitar artefactos.<sup>9</sup>

### 2.3.10. Sala de control

Es la zona de trabajo del Técnico u operador. Desde este lugar también se puede mantener contacto visual y auditivo con el paciente que está dentro del túnel.

Es importante una adecuada iluminación y que sea lo suficientemente espaciosa donde encontramos:

- Un ordenador.

---

<sup>9</sup> Eloy Calvo Pérez, año 2016, Resonancia Magnética Nuclear: Diccionario ilustrado de términos imprescindibles, págs. 6-9.

- Archivo de imágenes.
- Un disco duro adicional para archivar los estudios.
- Una amplia ventana por la cual se visualiza al paciente en el interior del campo magnético.
- Consola del inyector automático.
- Como opcional una estación de trabajo.

### **2.3.11. Consola.**

Es donde se controla todo el proceso de estudio de IRM y el elemento que detecta los posibles fallos. Bajo su control se encuentran la radiofrecuencia, el generador de pulsos y la amplitud de cada uno de los tres gradientes. Aquí el Profesional a cargo de la exploración selecciona los parámetros de resolución (FOV, grosor de corte, y matriz), y las secuencias apropiadas.

El ordenador consta de una pantalla de visualización en la que:

- Registramos los datos de afiliación y peso del paciente.
- Se programan, modifican y se envían las secuencias de imágenes.
- Se visualizan las imágenes resultantes.
- Se imprimen las placas.
- Se archivan las imágenes.
- Se monitoriza al paciente.

### **2.3.12. Sala Técnica.**

Alberga los armarios desde los que se controlan el imán principal, los gradientes magnéticos y sistema de radiofrecuencia. 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. Está situado al lado del campo magnético o en la sala de control, son tres:

- Armario del compresor: Contiene la refrigeración.
- Armario de gradientes: Contiene la electrónica de la potencia la cual produce los gradientes.
- Armario de control: Contiene la fuente de alimentación completa y el sistema de control del imán.

Además contiene los componentes electrónicos para:

- Controlar la secuencia de medición.
- Generar RF.
- Generar corriente shim.

### **2.3.13. Accesorios.**

Son dispositivos que sirven para evitar el movimiento del paciente brindándoles comodidad. También sirve para fijar las bobinas. De una manera general son:

- Bolsas de arena.
- Cintas de velcro.
- Esponjas.
- Cojines.
- Cinturones.
- Cuñas.
- Colchonetas.
- Almohadillas, etc.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> Intriago Diana, Implementación de un manual técnico de protocolos en resonancia magnética, hospital José Carrasco Arteaga, cuenca febrero - julio 2012. cuenca – ecuador, págs. 15-19, 22.05.18, En Línea: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3812/1/TECI03.pdf>

## 2.4. SECUENCIAS PARA ADQUISICION DE IMÁGENES.

Las secuencias en RM son la combinación de pulsos de radiofrecuencia y gradientes de campo magnético aplicados en periodos 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, 3D) determinantes en las variaciones del espacio K.

El conjunto de parámetros que componen cada secuencia vienen diseñados y denominados, muchas veces de manera diferente, de las diferentes casas comerciales de los equipos<sup>11</sup>.

La clasificación de secuencia se basa en la forma de conseguir el eco: si es por un pulso de radiofrecuencia, son las secuencias Eco de Spin o RF; si es por un defase de gradiente son las secuencias Eco de Gradiente, por ultimo si proceden de una combinación de ambas son las secuencias híbridas. De estas últimas existen decenas de siglas y acrónimos, y la mayoría son modificaciones y variantes de las secuencias básicas.

Por tanto se clasifican en:

- Grupo o familia Eco de Spin (SE): secuencias spin eco clásica, secuencia Inversión - Recuperación, secuencia eco de espín turbo y todas las variantes con pulsos de radiofrecuencias de 90° y/o 180°.
- Grupo o Familia Eco de gradiente (GE): secuencias eco de gradiente clásicas, secuencias eco de gradiente rápida, coherentes e incoherentes, eco de gradiente rápida con preparación tisular, secuencias de imagen eco planar (EPI)

**2.4.1. Secuencias Spin Echo (SE):** Se caracteriza por el uso de pulsos de radiofrecuencia de 90° y 180°.

---

<sup>11</sup> J. Costa y J. A. Soria, Resonancia Magnética dirigida a Técnicos Superiores en Imagen para el Diagnostico Medico, El Sevier España 2015, Capitulo 6, pág. 55.

**Secuencia Spin Eco Clásica:** Desarrollada en la década de 1950, ha sido una de las más utilizadas, aunque actualmente está en desuso debido a su largo tiempo de adquisición. Se consiguen imágenes potenciadas en T1 y T2 o Densidad Protónica, dependiendo del tiempo de repetición y del tiempo de eco.

**T1 (Magnetización longitudinal):** Es el tiempo necesario para que los protones de hidrógeno que han sido rotados  $180^\circ$  fuera del campo magnético retornen a su plano de equilibrio (tiempo de relajación longitudinal), T1 corto corresponde a una liberación rápida de energía. El agua presente en los órganos y tejidos se percibe como hipo-intensa (negra).

**T2 (Magnetización transversal):** Es el tiempo necesario para que los protones se relajen de su dirección transversal  $90^\circ$  (Tiempo de relajación transversal). Por tanto, la RM está basada en la re-emisión de una señal absorbida de radiofrecuencia, mientras el paciente está dentro de un potente campo magnético. Los órganos o tejidos con contenido de agua, se verán híper-intensos (blancos).

**Inversión – Recuperación y saturación:** Estas se caracterizan por el uso inicial de un pulso invertido de  $180^\circ$ , que revierte la magnetización de los tejidos en sentido anti-paralelo. Nos permiten atenuar ciertos tejidos y resaltar otros.

**Secuencias eco de spin turbo y eco de spin rápida:** En estas se reduce el tiempo de adquisición. Se aplica un ciclo de pulsos, primero de  $90^\circ$  seguido de múltiples pulsos de refase de  $180^\circ$  que producen múltiples señales de eco.<sup>12</sup>

**2.4.2. Secuencia Gradiente Eco (GRE):** Surgen como alternativa a las SE por la necesidad de disminuir los tiempos de exploración.

**Secuencia Gradiente Eco clásica:** En esta secuencia se usan pulsos de radiofrecuencia con ángulo de inclinación menor de  $90^\circ$  sustituyendo el pulso de  $180^\circ$ .

**Secuencia Gradiente Eco rápidas.** Este tipo de secuencias eliminan el componente transversal residual antes de enviar un nuevo pulso, quedando el componente longitudinal,

---

<sup>12</sup> J. Costa y J. A. Soria, Resonancia Magnética dirigida a Técnicos Superiores en Imagen para el Diagnóstico Médico, El Sevier España 2015, Capítulo 6, págs.55-67 .

por lo tanto las imágenes obtenidas estarán potenciadas básicamente en T1. De este tipo de secuencia se derivan las **Secuencias steady state coherentes**, dado que la magnetización transversal residual en estado estacionario se va reduciendo, estas secuencias intentan mantenerla o refasarla completamente y las **Secuencias incoherentes** son las secuencias en las que se elimina la magnetización transversal.<sup>13</sup>

**Densidad de protones (DP):** Densidad o cantidad de núcleos de hidrógeno (H) presentes en un voxel. Los tejidos que presentan una mayor densidad de núcleos de hidrógeno son el agua y la grasa. Diferencia la cantidad de protones que tiene un tejido con respecto a otro utilizado en el sistema musculo esquelético<sup>14</sup>.

## **2.5. CUESTIONARIO PARA EL PACIENTE QUE SE SOMETERA A UNA EXPLORACION DE RESONANCIA MAGNETICA.**

El aparato de resonancia magnética genera un campo magnético muy potente que puede presentar un riesgo para las personas que lleven en su cuerpo implantes, marcapasos u objetos metálicos. Por esto, se les solicita llenar el presente cuestionario cuidadosamente antes de comenzar su exploración.

Fecha:

No. de afiliación:

Nombre:

Fecha de nacimiento:

Edad:

Estatura:

Peso:

Teléfono:

Dirección:

Cuidad:

Depto:

Región de estudio:

Síntomas principales:

<sup>13</sup> J. Costa y J. A. Soria, Resonancia Magnética dirigida a Técnicos Superiores en Imagen para el Diagnostico Medico, El Sevier España 2015, Capitulo 6, pág. 67

<sup>14</sup> Program de Radiología. blogspot , Resonancia Magnética , lunes, 24 de septiembre de 2012, en línea:<http://programaderadiologia.blogspot.com/2012/09/resonancia-magnetica.html>



## 2.6. PROTOCOLOS ESTANDAR EN RESONANCIA MAGNETICA.

Se define Protocolo de Resonancia Magnética como un conjunto de secuencias de pulso con los parámetros ajustados, según las preferencias establecidas por grupos de expertos o referencias bibliográficas, para el estudio de una zona anatómica determinada o una situación clínica concreta. Cada uno de ellos debe orientarse a obtener la información necesaria que permite una exploración completa del área de interés, con calidad diagnóstica suficiente, capaz de identificar las patologías que pudieran presentarse y, hacer posible, consumiendo el menor tiempo posible. La elección dependerá de la región anatómica de interés, la sospecha clínica específica y los hallazgos demostrados en estudios previos.

Se refiere a protocolos estándar aquellos que se utilizan para evaluar las regiones musculoesqueléticas del cuerpo humano, que pueden tomarse como referencia, patrón, modelo o guía, aunque estos pueden variar en función de las características de cada máquina, el tiempo de centro en el que se trabaje y el tiempo disponible, es posible y deseable establecer parámetros y elementos comunes que permitan su uso en la mayoría de los entornos posibles. En todo caso, debe adaptarse a cada institución, y deben poder ser modificados a situaciones especiales, mejoras en el software, e implementación de secuencias, gradientes y nuevas aplicaciones.

<b>Protocolo de columna cervical</b>	
<b>Preparación</b>	Retirar todo objeto de metal no compatible con el resonador. Ayunas. Examen de creatinina.
<b>Contraindicaciones</b>	Prótesis no compatibles con el resonador. Marcapasos. Embarazada. Esquirlas por herida de arma de fuego. Tatuajes.
<b>Tipo de antena</b>	Cuadratura
<b>Grosor</b>	5mm
<b>Interespacio</b>	2mm
<b>FOV</b>	230mm
<b>Posición del paciente</b>	Supino, cabeza hacia el gantry.
<b>Adquisición de imagen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Localizador_Sag</li> <li>2. T2_localizador_miel_sag_cor</li> <li>3. Sag_T1_SE</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Sag_T2_SE</li> <li>5. Axial_T1_SE</li> <li>6. Axial_T2_SE</li> <li>7. Axial_GRE T2 (opcional)</li> <li>8. Contraste</li> <li>9. Sag_T1_con gad_SE_FS</li> <li>10. Axial_T1_con gad_SE_FS</li> </ol>
<b>Reconstrucción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Axiales: 16</li> <li>- Sagitales: 12</li> <li>- Coroneales: 12</li> </ul>
<b>Anatomía observada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertebrales</li> <li>- Discos intervertebrales</li> <li>- Carillas articulares</li> <li>- Núcleo pulposos</li> <li>- Anillo fibroso</li> <li>- Apófisis transversas</li> <li>- Apófisis espinosas</li> <li>- Medula espinal</li> <li>- Nervios</li> <li>- Músculos</li> <li>- Ligamentos</li> <li>- Tejido adiposo</li> </ul>

<b>Protocolo de Columna Dorsal</b>	
<b>Preparación</b>	Retirar todo objeto de metal no compatible con el resonador. Ayunas. Examen de creatinina.
<b>Contraindicaciones</b>	Prótesis no compatibles con el resonador. Marcapaso. Embarazada. Esquirlas por herida de arma de fuego. Tatuajes.
<b>Tipo de antena</b>	Superficie
<b>Grosor</b>	5mm
<b>Interespacio</b>	2mm
<b>FOV</b>	300mm
<b>Posición del paciente</b>	Supino, cabeza hacia el gantry.
<b>Adquisición de imagen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Localizador_Sag</li> <li>2. T2_localizador_miel_sag_cor</li> <li>3. Sag_T1_SE</li> <li>4. Sag_T2_SE</li> <li>5. Axial_T1_SE</li> <li>6. Axial_T2_SE</li> <li>7. Contraste</li> <li>8. Sag_T1_con gad_SE_FS</li> </ol>

	<b>9. Axial_T1_con gad_SE_FS</b>
<b>Reconstrucción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Axiales: 16</b></li> <li>- <b>Sagitales: 12</b></li> <li>- <b>Coronales: 12</b></li> </ul>
<b>Anatomía a observar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Vertebras</b></li> <li>- <b>Discos intervertebrales</b></li> <li>- <b>Carillas articulares</b></li> <li>- <b>Núcleo pulposo</b></li> <li>- <b>Anillo fibroso</b></li> <li>- <b>Apófisis transversas</b></li> <li>- <b>Apófisis espinosas</b></li> <li>- <b>Medula espinal</b></li> <li>- <b>Nervios</b></li> <li>- <b>Músculos</b></li> <li>- <b>Ligamentos</b></li> <li>- <b>Tejido adiposo</b></li> </ul>

<b>Protocolo de Columna Lumbar.</b>	
<b>Preparación</b>	Retirar todo objeto de metal no compatible con el resonador. Ayunas. Examen de creatinina.
<b>Contraindicaciones</b>	Prótesis no compatibles con el resonador. Marcapaso. Embarazada. Esquirlas por herida de arma de fuego. Tatuajes.
<b>Tipo de antena</b>	Superficie
<b>Grosor</b>	4mm
<b>Interespacio</b>	2mm
<b>FOV</b>	340mm
<b>Posición del paciente</b>	Supino, cabeza hacia el gantry.
<b>Adquisición de imagen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Localizador_Sag</b></li> <li>2. <b>T2_localizador_miel_sag_cor</b></li> <li>3. <b>Sag_T1_SE</b></li> <li>4. <b>Sag_T2_SE</b></li> <li>5. <b>Axial_T1_SE</b></li> <li>6. <b>Axial_T2_SE</b></li> <li>7. <b>Contraste</b></li> <li>8. <b>Sag_T1_con gad_SE_FS</b></li> <li>9. <b>Axial_T1_con gad_SE_FS</b></li> </ol>
<b>Reconstrucción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Axiales: 16</b></li> <li>- <b>Sagitales: 12</b></li> </ul>
<b>Anatomía a observar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Vertebras</b></li> <li>- <b>Discos intervertebrales</b></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Carillas articulares</b></li> <li>- <b>Núcleo pulposo</b></li> <li>- <b>Anillo fibroso</b></li> <li>- <b>Apófisis transversas</b></li> <li>- <b>Apófisis espinosas</b></li> <li>- <b>Medula espinal</b></li> <li>- <b>Nervios</b></li> <li>- <b>Músculos</b></li> <li>- <b>Ligamentos</b></li> <li>- <b>Tejido adiposo</b></li> </ul>
--	---

<b>Protocolo de Sacro.</b>	
<b>Preparación</b>	Retirar todo objeto de metal no compatible con el resonador. Ayunas. Examen de creatinina.
<b>Contraindicaciones</b>	Prótesis no compatibles con el resonador. Marcapaso. Embarazada. Esquirlas por herida de arma de fuego. Tatuajes.
<b>Tipo de antena</b>	Superficie.
<b>Grosor</b>	5mm
<b>Interespacio</b>	1mm
<b>FOV</b>	250mm
<b>Posición del paciente</b>	Supino, cabeza hacia el gantry.
<b>Adquisición de imagen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Localizador_Sag</b></li> <li>2. <b>T2_localizador_miel_sag_cor</b></li> <li>3. <b>Sag_T1_SE</b></li> <li>4. <b>Sag_T2_SE</b></li> <li>5. <b>Cor_T1_SE</b></li> <li>6. <b>Cor_T2_SE</b></li> <li>7. <b>Axial_T1_SE</b></li> <li>8. <b>Axial_T2_SE</b></li> </ol>
<b>Reconstrucción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Coronales: 8 imágenes</b></li> <li>- <b>Axiales: 12 imágenes</b></li> <li>- <b>Sagitales: 12 imágenes</b></li> </ul>
<b>Anatomía a observar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Vertebras</b></li> <li>- <b>Discos intervertebrales</b></li> <li>- <b>Carillas articulares</b></li> <li>- <b>Núcleo pulposo</b></li> <li>- <b>Anillo fibroso</b></li> <li>- <b>Apófisis transversas</b></li> <li>- <b>Apófisis espinosas</b></li> <li>- <b>Medula espinal</b></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Nervios</b></li> <li>- <b>Músculos</b></li> <li>- <b>Ligamentos</b></li> <li>- <b>Tejido adiposo</b></li> </ul>
--	---

<b>Protocolo de Pie.</b>	
<b>Preparación</b>	Retirar todo objeto de metal no compatible con el resonador. Ayunas. Examen de creatinina.
<b>Contraindicaciones</b>	Prótesis no compatibles con el resonador. Marcapaso. Embarazada. Esquirlas por herida de arma de fuego. Tatuajes.
<b>Tipo de antena</b>	Cuadratura
<b>Grosor</b>	3mm
<b>Interespacio</b>	1 mm
<b>FOV</b>	200mm
<b>Posición del paciente</b>	Supino, pies hacia el gantry.
<b>Adquisición de imagen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Localizador sag_Cor_axial</b></li> <li><b>2. Axial-T1-SE</b></li> <li><b>3. Sagital-T1-SE</b></li> <li><b>4. Coronal-T1-SE</b></li> <li><b>5. Axial-DP-TSE-FS</b></li> <li><b>6. Sagital-DP-TSE-FS</b></li> <li><b>7. Coronal-DP-TSE-FS</b></li> </ol>
<b>Reconstrucción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Coronales: 25</b></li> <li>- <b>Axiales: 30</b></li> <li>- <b>Sagitales: 25.</b></li> </ul>
<b>Anatomía a observar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Astrágalo</b></li> <li>- <b>Calcáneo</b></li> <li>- <b>Hueso escafoides del tarso</b></li> <li>- <b>Huesos cuneiformes</b></li> <li>- <b>Metatarsianos</b></li> <li>- <b>Falanges</b></li> <li>- <b>Tendones</b></li> <li>- <b>Ligamentos</b></li> <li>- <b>Tejido blando</b></li> </ul>

<b>Protocolo de Tobillo.</b>	
<b>Preparación</b>	Retirar todo objeto de metal no compatible con

	el resonador. Ayunas. Examen de creatinina.
<b>Contraindicaciones</b>	Prótesis no compatibles con el resonador. Marcapaso. Embarazada. Esquirlas por herida de arma de fuego. Tatuajes.
<b>Tipo de antena</b>	Cuadratura
<b>Grosor</b>	5mm
<b>Interespacio</b>	2mm
<b>FOV</b>	150mm
<b>Posición del paciente</b>	Supino, pies hacia el gantry.
<b>Adquisición de imagen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Localizador sag_Cor_axial</li> <li>2. Axial-T1-SE</li> <li>3. Sagital-T1-SE</li> <li>4. Coronal-T1-SE</li> <li>5. Axial-DP-TSE-FS</li> <li>6. Sagita-DP-TSE-FS</li> <li>7. Coronal-DP-TSE-FS</li> </ol>
<b>Reconstrucción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coronales: 16</li> <li>- Axiales: 25</li> <li>- Sagitales: 16</li> </ul>
<b>Anatomía a observar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tibia</li> <li>- Peroné</li> <li>- Músculos</li> <li>- Tendones</li> <li>- Ligamentos</li> <li>- Calcáneo</li> <li>- Hueso cuboides</li> <li>- Tejido blando</li> </ul>

<b>Protocolo de Rodilla</b>	
<b>Preparación</b>	Retirar todo objeto de metal no compatible con el resonador. Ayunas. Examen de creatinina.
<b>Contraindicaciones</b>	Prótesis no compatibles con el resonador. Marcapaso. Embarazada. Esquirlas por herida de arma de fuego. Tatuajes.
<b>Tipo de antena</b>	Cuadratura
<b>Grosor</b>	5mm

<b>Interespacio</b>	2mm
<b>FOV</b>	170mm
<b>Posición del paciente</b>	Supino, pies hacia el gantry.
<b>Adquisición de imagen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Localizador sag_Cor_axial</li> <li>2. Axial-T1-SE</li> <li>3. Sagital-T1-SE</li> <li>4. Coronal-T1-SE</li> <li>5. Axial-DP-TSE-FS</li> <li>6. Sagita-DP-TSE-FS</li> <li>7. Coronal-DP-TSE-FS</li> </ol>
<b>Reconstrucción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coronales: 16</li> <li>- Axiales: 25</li> <li>- Sagitales: 16</li> </ul>
<b>Anatomía a observar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rotula</li> <li>- Cóndilos femorales</li> <li>- Meseta tibial</li> <li>- Meniscos</li> <li>- Tejido adiposo</li> <li>- Tendones</li> <li>- Músculos</li> <li>- Cartílago</li> <li>- Liquido articular</li> </ul>

<b>Protocolo de Fémur.</b>	
<b>Preparación</b>	Retirar todo objeto de metal no compatible con el resonador. Ayunas. Examen de creatinina.
<b>Contraindicaciones</b>	Prótesis no compatibles con el resonador. Marcapaso. Embarazada. Esquirlas por herida de arma de fuego. Tatuajes.
<b>Tipo de antena</b>	Flexible
<b>Grosor</b>	5mm
<b>Interespacio</b>	2mm
<b>FOV</b>	500mm
<b>Posición del paciente</b>	Supino, pies hacia el gantry.
<b>Adquisición de imagen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Localizador sag_Cor_axial</li> <li>2. Axial-T1-SE</li> <li>3. Sagital-T1-SE</li> <li>4. Coronal-T1-SE</li> <li>5. Axial-T2-TSE</li> <li>6. Sagital-T2-TSE</li> <li>7. Coronal-T2-TSE</li> </ol>

	<b>8. Axial-DP-TSE-FS</b> <b>9. Sagital-DP-TSE-FS</b> <b>10. Coronal-DP-TSE-FS</b>
<b>Reconstrucción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Coronales: 16</b></li> <li>- <b>Axiales: 25</b></li> <li>- <b>Sagitales: 16</b></li> </ul>
<b>Anatomía a observar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Fémur</b></li> <li>- <b>Músculos</b></li> <li>- <b>Ligamentos</b></li> <li>- <b>Fascias</b></li> <li>- <b>Tendones</b></li> </ul>

<b>Protocolo de Pierna</b>	
<b>Preparación</b>	Retirar todo objeto de metal no compatible con el resonador. Ayunas. Examen de creatinina.
<b>Contraindicaciones</b>	Prótesis no compatibles con el resonador. Marcapaso. Embarazada. Esquirlas por herida de arma de fuego. Tatuajes.
<b>Tipo de antena</b>	Flexible
<b>Grosor</b>	5mm
<b>Interespacio</b>	1mm
<b>FOV</b>	300mm
<b>Posición del paciente</b>	Supino, pies hacia el gantry.
<b>Adquisición de imagen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Localizador sag_Cor_axial</b></li> <li><b>2. Axial-T1-SE</b></li> <li><b>3. Sagital-T1-SE</b></li> <li><b>4. Coronal-T1-SE</b></li> <li><b>5. Axial-DP-TSE-FS</b></li> <li><b>6. Sagita-DP-TSE-FS</b></li> <li><b>7. Coronal-DP-TSE-FS</b></li> </ol>
<b>Reconstrucción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Coronales: 16</b></li> <li>- <b>Axiales: 25</b></li> <li>- <b>Sagitales: 16</b></li> </ul>
<b>Anatomía a observar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Tibia</b></li> <li>- <b>Peroné</b></li> <li>- <b>Músculos</b></li> <li>- <b>Tendones</b></li> <li>- <b>Ligamentos</b></li> <li>- <b>Tejido adiposo</b></li> </ul>
<b>Protocolo de Pelvis Ósea.</b>	
<b>Preparación</b>	Retirar todo objeto de metal no compatible con

	el resonador. Ayunas. Examen de creatinina.
<b>Contraindicaciones</b>	Prótesis no compatibles con el resonador. Marcapaso. Embarazada. Esquirlas por herida de arma de fuego. Tatuajes.
<b>Tipo de antena</b>	Flexible
<b>Grosor</b>	3mm
<b>Interespacio</b>	1mm
<b>FOV</b>	500mm
<b>Posición del paciente</b>	Supino, cabeza hacia el gantry.
<b>Adquisición de imagen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Localizador_trufi_2D</li> <li>2. T2_tse_cor_p2_320</li> <li>3. T2_tse_tra_p2_320</li> <li>4. T1_tse_tra_p2_320</li> <li>5. T2_STIR_tra_p2_320</li> <li>6. T2_SPACE_sag_p2_320</li> <li>7. T1_se_cor_p2_320</li> <li>8. T1_VIBE_FS_tra_p2_bh_iso CONTRASTE</li> <li>9. T1_VIBE_FS_tra_p2_bh_iso_post</li> <li>10. T1_tse_cor_p2_320</li> <li>11. T1_tse_tra_p2_320</li> </ol>
<b>Reconstrucción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coronales: 16 imágenes</li> <li>- Axiales: 25 imágenes</li> <li>- Sagitales: 16 imágenes</li> </ul>
<b>Anatomía a observar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Articulación sacro-iliaca</li> <li>- Sacro</li> <li>- Crestas iliacas derecha e izquierda</li> <li>- Espina iliaca antero-superior</li> <li>- Espina iliaca antero-interior</li> <li>- Pubis</li> <li>- Sínfisis del pubis</li> <li>- Isquion</li> <li>- Fémur</li> <li>- Articulación acetabular</li> <li>- Agujero obturador</li> </ul>

#### Protocolo de Mano.

<b>Preparación</b>	Retirar todo objeto de metal no compatible con el resonador. Ayunas. Examen de creatinina.
--------------------	--

<b>Contraindicaciones</b>	Prótesis no compatibles con el resonador. Marcapaso. Embarazada. Esquirlas por herida de arma de fuego. Tatuajes.
<b>Tipo de antena</b>	Cuadratura
<b>Grosor</b>	2mm
<b>Interespacio</b>	1mm
<b>FOV</b>	150mm
<b>Posición del paciente</b>	Supino, cabeza hacia el gantry.
<b>Adquisición de imagen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Localizador sag_Cor_axial</b></li> <li>2. <b>Axial-T1-SE</b></li> <li>3. <b>Sagital-T1-SE</b></li> <li>4. <b>Coronal-T1-SE</b></li> <li>5. <b>Axial-DP-TSE-FS</b></li> <li>6. <b>Sagital-DP-TSE-FS</b></li> <li>7. <b>Coronal-DP-TSE-FS</b></li> </ol>
<b>Reconstrucción:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Coronales: 20</b></li> <li>- <b>Axiales: 25</b></li> <li>- <b>Sagiales: 20</b></li> </ul>
<b>Anatomía a observar:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Metacarpos</b></li> <li>- <b>Falanges</b></li> <li>- <b>Huesos del carpo</b></li> <li>- <b>Ligamentos</b></li> <li>- <b>Tendones</b></li> <li>- <b>Tejido blando</b></li> </ul>

<b>Protocolo de Muñeca.</b>	
<b>Preparación</b>	Retirar todo objeto de metal no compatible con el resonador. Ayunas. Examen de creatinina.
<b>Contraindicaciones</b>	Prótesis no compatibles con el resonador. Marcapaso. Embarazada. Esquirlas por herida de arma de fuego. Tatuajes.
<b>Tipo de antena</b>	Cuadratura
<b>Grosor</b>	1mm
<b>Interespacio</b>	1mm
<b>FOV</b>	150mm
<b>Posición del paciente</b>	Supino, cabeza hacia el gantry.
<b>Adquisición de imagen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Localizador sag_Cor_axial</b></li> <li>2. <b>Axial-T1-SE</b></li> <li>3. <b>Sagital-T1-SE</b></li> </ol>

	<b>4. Coronal-T1-SE</b> <b>5. Axial-DP-TSE-FS</b> <b>6. Sagital-DP-TSE-FS</b> <b>7. Coronal-DP-TSE-FS</b>
<b>Reconstrucción:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Coronales: 20</b></li> <li>- <b>Axiales: 25</b></li> <li>- <b>Sagitales: 20</b></li> </ul>
<b>Anatomía a observar:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Metacarpianos</b></li> <li>- <b>Huesos del carpo</b></li> <li>- <b>Radio</b></li> <li>- <b>Cubito</b></li> <li>- <b>Ligamentos</b></li> <li>- <b>Tendones</b></li> <li>- <b>Fibrocartílagos</b></li> <li>- <b>Músculos</b></li> <li>- <b>Tejido adiposo</b></li> </ul>

<b>Protocolo de Antebrazo.</b>	
<b>Preparación</b>	Retirar todo objeto de metal no compatible con el resonador. Ayunas. Examen de creatinina.
<b>Contraindicaciones</b>	Prótesis no compatibles con el resonador. Marcapaso. Embarazada. Esquirlas por herida de arma de fuego. Tatuajes.
<b>Tipo de antena</b>	Cuadratura
<b>Grosor</b>	2mm
<b>Interespacio</b>	0.5mm
<b>FOV</b>	200mm
<b>Posición del paciente</b>	Supino, cabeza hacia el gantry.
<b>Adquisición de imagen</b>	<b>1. Localizador sag_Cor_axial</b> <b>2. Axial-T1-SE</b> <b>3. Sagital-T1-SE</b> <b>4. Coronal-T1-SE</b> <b>5. Axial-T2-TSE-SE</b> <b>6. Sagita-T2-TSE-SE</b> <b>7. Coronal-T2-TSE-SE</b>
<b>Reconstrucción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Coronales: 20</b></li> <li>- <b>Axiales: 25</b></li> <li>- <b>Sagitales: 20</b></li> </ul>
<b>Anatomía a observar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Cubito</b></li> <li>- <b>Radio</b></li> <li>- <b>Huesos del carpo</b></li> <li>- <b>Membrana interósea</b></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Músculos</b></li> <li>- <b>Tendones</b></li> <li>- <b>Ligamentos</b></li> <li>- <b>Tejido adiposo</b></li> <li>- <b>Olecranon</b></li> </ul>
--	--

<b>Protocolo de Codo.</b>	
<b>Preparación</b>	Retirar todo objeto de metal no compatible con el resonador. Ayunas. Examen de creatinina.
<b>Contraindicaciones</b>	Prótesis no compatibles con el resonador. Marcapaso. Embarazada. Esquirlas por herida de arma de fuego. Tatuajes.
<b>Tipo de antena</b>	Cuadratura
<b>Grosor</b>	2mm
<b>Interespacio</b>	0.5mm
<b>FOV</b>	200mm
<b>Posición del paciente</b>	Supino, cabeza hacia el gantry.
<b>Adquisición de imagen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Localizador sag_Cor_axial</b></li> <li>2. <b>Axial-T1-SE</b></li> <li>3. <b>Sagital-T1-SE</b></li> <li>4. <b>Coronal-T1-SE</b></li> <li>5. <b>Axial-T2-TSE-SE</b></li> <li>6. <b>Sagita-T2-TSE-SE</b></li> <li>7. <b>Coronal-T2-TSE-SE</b></li> </ol>
<b>Reconstrucción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Coronales: 20</b></li> <li>- <b>Axiales: 25</b></li> <li>- <b>Sagitales: 20</b></li> </ul>
<b>Anatomía a observar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Cubito</b></li> <li>- <b>Radio</b></li> <li>- <b>Humero</b></li> <li>- <b>Olecranon</b></li> <li>- <b>Músculos</b></li> <li>- <b>Tendones</b></li> <li>- <b>Ligamentos</b></li> <li>- <b>Tejido adiposo</b></li> </ul>

<b>Protocolo de Humero.</b>	
<b>Preparación</b>	Retirar todo objeto de metal no compatible con el resonador.

	Ayunas. Examen de creatinina.
<b>Contraindicaciones</b>	Prótesis no compatibles con el resonador. Marcapaso. Embarazada. Esquirlas por herida de arma de fuego. Tatuajes.
<b>Tipo de antena</b>	Flexible
<b>Grosor</b>	5mm
<b>Interespacio</b>	1mm
<b>FOV</b>	250mm
<b>Posición del paciente</b>	Supino, cabeza hacia el gantry.
<b>Adquisición de imagen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Localizador sag_Cor_axial</li> <li>2. Axial-T1-SE</li> <li>3. Sagital-T1-SE</li> <li>4. Coronal-T1-SE</li> <li>5. Axial-T2-TSE</li> <li>6. Sagital-T2-TSE</li> <li>7. Coronal-T2-TSE</li> <li>8. Axial-DP-TSE-FS</li> <li>9. Sagital-DP-TSE-FS</li> <li>10. Coronal-DP-TSE-FS</li> </ol>
<b>Reconstrucción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coronales: 16</li> <li>- Axiales: 25</li> <li>- Sagitales: 16</li> </ul>
<b>Anatomía a observar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Húmero</li> <li>- Olecranon</li> <li>- Clavícula</li> <li>- Escapula</li> <li>- Músculos</li> <li>- Tendones</li> <li>- Ligamentos</li> <li>- Tejido adiposo</li> </ul>

<b>Protocolo de Hombro.</b>	
<b>Preparación</b>	Retirar todo objeto de metal no compatible con el resonador. Ayunas. Examen de creatinina.
<b>Contraindicaciones</b>	Prótesis no compatibles con el resonador. Marcapaso. Embarazada. Esquirlas por herida de arma de fuego. Tatuajes.
<b>Tipo de antena</b>	Cuadratura

<b>Grosor</b>	3mm
<b>Interespacio</b>	1mm
<b>FOV</b>	250mm
<b>Posición del paciente</b>	Supino, cabeza hacia el gantry.
<b>Adquisición de imagen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Localizador sag_Cor_axial</b></li> <li>2. <b>Axial-T1-SE</b></li> <li>3. <b>Sagital-T1-SE</b></li> <li>4. <b>Coronal-T1-SE</b></li> <li>5. <b>Axial-DP-TSE-FS</b></li> <li>6. <b>Sagita-DP-TSE-FS</b></li> <li>7. <b>Coronal-DP-TSE-FS</b></li> </ol>
<b>Reconstrucción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Coronales: 25</b></li> <li>- <b>Axiales: 30</b></li> <li>- <b>Sagitales: 25</b></li> </ul>
<b>Anatomía a observar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Humero</b></li> <li>- <b>Clavícula</b></li> <li>- <b>Escapula</b></li> <li>- <b>Tendones</b></li> <li>- <b>Ligamentos</b></li> <li>- <b>Músculos</b></li> <li>- <b>Tejido adiposo</b></li> <li>- <b>Cavidad glenoidea</b></li> </ul>

## 2.7 GLOSARIO

**Antena:** dispositivo que emite y recibe ondas de radiofrecuencia en sincronización con los gradientes magnéticos.

**Átomo:** partícula más pequeña en que un elemento puede ser dividido sin perder sus propiedades químicas.

**Bobina:** conductor de una o varias espiras por el que circula corriente eléctrica e induce la creación de un campo magnético.

**Campo eléctrico:** cualquier carga eléctrica, incluso si permanece quieta, produce modificaciones en el espacio a su alrededor.

**Campo magnética:** ejerce una fuerza sobre los materiales magnéticos y sobre las partículas cargadas en movimiento.

**Carga eléctrica:** propiedad física intrínseca de algunas partículas subatómicas que se manifiesta mediante fuerza de atracción y repulsión entre ellas.

**Compresor de helio:** dispositivo que mantiene estable, dentro de unos márgenes, la presión de helio líquido contenido en el criostato.

**Corte axial:** cualquier corte o sección que sea perpendicular al eje longitudinal del cuerpo.

**Corte coronal:** cualquier corte o sección que sea perpendicular al eje anteroposterior del cuerpo.

**Corte sagital:** cualquier corte o sección que sea perpendicular al eje transversal del cuerpo.

**Creatinina:** es un producto de desecho que fabrican los músculos a un ritmo constante como parte de la actividad diaria normal.

**Criógenos:** sustancia que se utiliza como refrigeración en imanes súper conductivos.

**Densidad protónica:** densidad o cantidad de núcleos de hidrogeno presente en un voxel.

**Eco:** señal que se recoge en la antena un cierto tiempo después de la emisión del pulso de radiofrecuencia y que se utiliza para crear la imagen.

**Escala de grises:** en una imagen, rango de grises que pueden ser observados entre el blanco y el negro. Determina la resolución de contraste.

**Espacio K:** conjunto de datos almacenados y ordenados en formato digital, en forma de frecuencias espaciales.

**FOV.** (Field of view): campo de visión de la imagen. Espacio que ocupa una imagen, generalmente en centímetros.

**Frecuencia:** velocidad de un objeto en rotación o velocidad de cambio de fase por segundo.

**Gantry:** cilindro de exploración.

**Gradiente:** variación del valor de una magnitud a lo largo de una dirección.

**Imán:** en resonancia magnética recibe este nombre el dispositivo que crea el campo magnético externo o principal.

**Isocentro magnético:** posición en el centro del imán en todos los planos.

**Magnetismo:** propiedad de toda materia que depende de la susceptibilidad magnética del átomo.

**Matriz:** conjunto de píxeles, ordenados en filas y columnas, que forman una imagen digital.

**Precesión:** movimiento asociado con el cambio de dirección en el espacio, que experimenta el eje instantáneo de rotación de un cuerpo.

**Protocolos estándar:** Son aquellos que se utilizan para evaluar las regiones musculoesqueléticas del cuerpo humano, que pueden tomarse como referencia, patrón, modelo o guía.

**Protón:** elemento de carga positiva del núcleo atómico.

**Secuencia:** son la combinación de pulsos de radiofrecuencia y de gradiente de campo magnético, aplicados en periodos de tiempo de forma ordenada y repetida.

**TE (Tiempo de Eco):** Tiempo en milisegundos desde la aplicación del pulso de radiofrecuencia hasta el pico de la señal inducida en la bobina.

# **CAPITULO III**

### **3.0 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES**

#### **3.1. SUPUESTOS DE INVESTIGACION.**

##### **CLASIFICAR LOS ELEMENTOS FUNDAMENTALES EN LA REALIZACIÓN DE UN ESTUDIO DE RESONANCIA MAGNÉTICA.**

El desconocimiento cada uno de los componentes mecánicos y eléctricos pueden afectar al momento de realizar un estudio de Resonancia Magnética.

Las secuencias se agrupan en dos grandes familias que permiten el óptimo desarrollo del protocolo.

##### **IDENTIFICAR LOS PROTOCOLOS ESTANDAR PARA LA OBTENCIÓN DE IMÁGENES EN LAS EXPLORACIONES DE RESONANCIA MAGNÉTICA.**

La verificación de los parámetros necesarios para la realización de una exploración de Resonancia Magnética consiente una buena adquisición del estudio.

Las diferentes regiones del cuerpo humano a explorar en los protocolos estándar necesitan diferentes secuencias de adquisición de imágenes para resaltar las diferentes densidades que ayudan a evaluar alguna patología.

##### **CONOCER LA APLICACIÓN DE LOS PROTOCOLOS QUE SE DESARROLLAN EN EL HOSPITAL GENERAL EN COMPARACIÓN A LO IMPARTIDO DURANTE LA FORMACIÓN ACADÉMICA DE LOS ESTUDIANTES.**

La teoría impartida en Resonancia Magnética es una base sólida para que el estudiante pueda identificar los primeros pasos en estudios de esta área.

Las rotaciones hospitalarias permiten a que el estudiante ponga en marcha lo aprendido y aclare dudas acerca de los protocolos estándar.

### 3.2 .OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

OBJETIVO	VARIABLES	DEFINICION TECNICA	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	VALORES
Clasificar los elementos fundamentales en la realización de un estudio de Resonancia Magnética.	Elementos fundamentales	Partes fundamentales (principales) que integran algo, ya sea móvil o estático.	Componentes indispensables para la realización de un estudio de Resonancia Magnética, de acuerdo a cada región a estudiar.	Componentes de la Resonancia Magnética	-Proteger de descargas eléctricas. -Propiedades de un conductor en equilibrio electrostático.
				1. .Jaula de Faraday.	-El imán permanente - El imán resistivo - El imán superconductor
				2. Imán o Campo Magnético.	-Sistema cartesiano tridimensional. - Sistema de antenas. - Sistema de Gradientes. - Sistema de refrigeración del compresor de Helio.
				3. Sistemas.	- Bobina Antihelmholtz - Bobina Principal o primera - Bobina Secundaria - Bobinas de gradiente
				4. Bobinas.	- Antenas de cuerpo - Antenas de volumen - Antenas de cuadratura - Antenas lineales - Antenas de superficie - Antenas emisoras
				5. Antenas.	

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antenas de recepción</li> <li>- Antenas de transmisión-recepción</li> <li>- Antenas internas, endocavitarias o endorrectales</li> <li>- Antenas multicanal o Phased-Array.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Un ordenador.</li> <li>-Archivo de imágenes.</li> <li>-Un disco duro adicional para archivar los estudios.</li> <li>-Una pantalla que visualiza al paciente en el interior del campo magnético.</li> <li>-Consola del inyector automático.</li> <li>-Como opcional una estación de trabajo.</li> </ul>
6. Sala de control.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Registramos los datos de afiliación y peso del paciente.</li> <li>-Se programan, modifican y se envían las secuencias de imágenes.</li> <li>-Se visualizan las imágenes resultantes.</li> <li>-Se imprimen las placas.</li> <li>-Se archivan las imágenes.</li> <li>-Se monitoriza al paciente.</li> </ul>
7. Consola.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Armario del compresor: Contiene la refrigeración.</li> <li>-Armario de gradientes: Contiene la electrónica de la</li> </ul>
8. Sala técnica	

				<p>potencia la cual produce los gradientes.</p> <p>-Armario de control: Contiene la fuente de alimentación completa y el sistema de control del imán. Además contiene los componentes electrónicos para:</p> <p>-Controlar la secuencia de medición. -Generar RF. -Generar corriente shim.</p> <p>- Bolsas de arena. - Cintas de velcro. - Esponjas. - Cojines. - Cinturones. - Cuñas. - Colchonetas. - Almohadillas,</p>
<p><b>Estudio de Resonancia Magnética</b></p>	<p>Es un análisis seguro e indoloro en el cual se utiliza un campo magnético y ondas de radio para obtener imágenes detalladas de los órganos y las estructuras del cuerpo.</p>	<p>Es un examen imagenológico que utiliza imanes y ondas de radio potentes para crear imágenes del cuerpo. No se emplea radiación (rayos X).</p>	<p>9. Accesorios.</p> <p>Secuencias</p> <p>1. Spin Echo (SE)</p> <p>2. Echo Gradiente (GRE)</p>	<p>- Spin Echo Clásica - T1 - T2 - Inversión – Recuperación. - Spin turbo y spin rápidas.</p> <p>- Gradiente Eco Clásica - Gradiente Eco rápida. - Densidad de Protones</p>

OBJETIVO	VARIABLE	DEFINICION TECNICA	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	VALORES
Identificar los protocolos estándar para la obtención de imágenes en las exploraciones de Resonancia Magnética.	Protocolos estándar de Resonancia Magnética.	Reglamento o una serie de instrucciones que se fijan por tradición o por un convenio.	Serie de secuencias establecidas en un orden conveniente para la obtención de imágenes diagnósticas en el Área de Resonancia Magnética	<p>Formulario Preparación del paciente</p> <p>Síntomas principales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estar en ayunas.</li> <li>- Examen de creatinina.</li> <li>- Colaboración</li> </ul> <p>El paciente expresa la zona del dolor.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Datos generales</li> <li>- Miedo a espacios cerrados o estrechos.</li> <li>- Padece enfermedades cardíacas.</li> <li>- Problemas de regulación de temperatura.</li> <li>- Alergia a medicamentos o medios de contraste.</li> <li>- Operaciones.</li> <li>- Hace cuanto tiempo se le operó y que se le hizo.</li> <li>- Ha sufrido heridas de guerra o de arma de fuego.</li> <li>- Tiene esquilas metálicas en su cuerpo y donde.</li> </ul> <p>Posee:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marcapasos cardíaco</li> <li>- Clips de aneurisma cerebral</li> <li>- Implantes auditivos o de otro tipo.</li> <li>- Bombas de infusión implantadas.</li> <li>- Prótesis</li> <li>- Material metálico en la columna.</li> <li>- Cuerpos extraños metálicos.</li> </ul>
				Cuestionario	

					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tatuajes o maquillaje permanente.</li> <li>- Embarazo.</li> </ul>
					<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Vertebras</b></li> <li>- <b>Discos intervertebrales</b></li> <li>- <b>Carillas articulares</b></li> <li>- <b>Núcleo pulposo</b></li> <li>- <b>Anillo fibroso</b></li> <li>- <b>Apofisis transversas</b></li> <li>- <b>Apofisis espinosas</b></li> <li>- <b>Medula espinal</b></li> <li>- <b>Nervios</b></li> <li>- <b>Músculos</b></li> <li>- <b>Ligamentos</b></li> <li>- <b>Tejido adiposo</b></li> </ul>
					<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>C. Cervical</b></li> </ul>
					<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Hombro</b></li> </ul>
					<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Humero</b></li> <li>- <b>Clavicula</b></li> <li>- <b>Escapula</b></li> <li>- <b>Tendones</b></li> <li>- <b>Ligamentos</b></li> <li>- <b>Músculos</b></li> <li>- <b>Tejido adiposo</b></li> <li>- <b>Cavidad glenoidea</b></li> </ul>
					<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Humero</b></li> <li>- <b>Olecranon</b></li> <li>- <b>Clavicula</b></li> <li>- <b>Escapula</b></li> <li>- <b>Músculos</b></li> <li>- <b>Tendones</b></li> <li>- <b>Ligamentos</b></li> <li>- <b>Tejido adiposo</b></li> </ul>
					<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Codo</b></li> <li>- <b>Cubito</b></li> <li>- <b>Radio</b></li> <li>- <b>Humero</b></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Olecranon</li> <li>- Músculos</li> <li>- Tendones</li> <li>- Ligamentos</li> <li>- Tejido adiposo</li> </ul>
Antebrazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cubito</li> <li>- Radio</li> <li>- Huesos del carpo</li> <li>- Membrana interósea</li> <li>- Músculos</li> <li>- Tendones</li> <li>- Ligamentos</li> <li>- Tejido adiposo</li> <li>- Olecranon</li> </ul>
Muñeca	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metacarpianos</li> <li>- Huesos del carpo</li> <li>- Radio</li> <li>- Cubito</li> <li>- Ligamentos</li> <li>- Tendones</li> <li>- Fibrocartilagos</li> <li>- Músculos</li> <li>- Tejido adiposo</li> </ul>
Mano	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metacarpos</li> <li>- Falanges</li> <li>- Huesos del carpo</li> <li>- Ligamentos</li> <li>- Tendones</li> <li>- Tejido blando</li> </ul>
C. Dorsal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertebrae</li> <li>- Discos intervertebrales</li> <li>- Carillas articulares</li> <li>- Núcleo pulposo</li> <li>- Anillo fibroso</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apófisis transversas</li> <li>- Apófisis espinosas</li> <li>- Medula espinal</li> <li>- Nervios</li> <li>- Músculos</li> <li>- Ligamentos</li> <li>- Tejido adiposo</li> </ul>
<b>C. Lumbar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertebras</li> <li>- Discos intervertebrales</li> <li>- Carillas articulares</li> <li>- Núcleo pulposo</li> <li>- Anillo fibroso</li> <li>- Apófisis transversas</li> <li>- Apófisis espinosas</li> <li>- Medula espinal</li> <li>- Nervios</li> <li>- Músculos</li> <li>- Ligamentos</li> <li>- Tejido adiposo</li> </ul>
<b>Sacro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertebras</li> <li>- Discos intervertebrales</li> <li>- Carillas articulares</li> <li>- Núcleo pulposo</li> <li>- Anillo fibroso</li> <li>- Apófisis transversas</li> <li>- Apófisis espinosas</li> <li>- Medula espinal</li> <li>- Nervios</li> <li>- Músculos</li> <li>- Ligamentos</li> <li>- Tejido adiposo</li> </ul>
<b>Pelvis ósea</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Articulación sacro-íliaca</li> <li>- Sacro</li> <li>- Crestas ilíacas D e I</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espina iliaca antero-superior</li> <li>- Espina iliaca antero-interior</li> <li>- Pubis</li> <li>- Sínfisis del pubis</li> <li>- Isquion</li> <li>- Fémur</li> <li>- Articulación acetabular</li> <li>- Agujero obturador</li> </ul>
Fémur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fémur</li> <li>- Músculos</li> <li>- Ligamentos</li> <li>- Fascias</li> <li>- Tendones</li> </ul>
Rodilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rotula</li> <li>- Cóndilos femorales</li> <li>- Meseta tibial</li> <li>- Meniscos</li> <li>- Tejido adiposo</li> <li>- Tendones</li> <li>- Músculos</li> <li>- Cartilago</li> <li>- Líquido articular</li> </ul>
Pierna	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tibia</li> <li>- Peroné</li> <li>- Músculos</li> <li>- Tendones</li> <li>- Ligamentos</li> <li>- Tejido adiposo</li> </ul>
Tobillo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tibia</li> <li>- Peroné</li> <li>- Músculos</li> <li>- Tendones</li> <li>- Ligamentos</li> </ul>

					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calcáneo</li> <li>- Hueso cuboideos</li> <li>- Tejido blando</li> </ul>
					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Astrágalo</li> <li>- Calcáneo</li> <li>- Hueso escafoides del tarso</li> <li>- Huesos cuneiformes</li> <li>- Metatarsianos</li> <li>- Falanges</li> <li>- Tendones</li> <li>- Ligamentos</li> <li>- Tejido blando</li> </ul>
					Pie

OBJETIVO	VARIABLES	DEFINICIÓN TÉCNICA	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	VALORES
<p>Conocer la aplicación de los protocolos que se desarrollan en el Hospital General en comparación a lo impartido durante la formación académica de los estudiantes</p>	<p>Base teórica recibida durante la formación académica.</p>	<p>Conjunto de reglas y conocimientos acerca de una ciencia, prescindiendo de sus posibles aplicaciones prácticas.</p>	<p>Información proporcionada a los estudiantes acerca de los protocolos que se desarrollan en Resonancia Magnética.</p>	<p>Universitario</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Historia de la Resonancia Magnética.</li> <li>- Componentes de la resonancia Magnética</li> <li>- Definiciones</li> <li>- Secuencias</li> <li>- Protocolos</li> </ul>
	<p>Practica Hospitalaria.</p>	<p>Acción que se desarrolla con la aplicación de ciertos conocimientos.</p>	<p>Aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en clase, en determinado establecimiento de salud según asignación.</p>	<p>Hospitalario</p>	<p>Horas practicas por día.</p>
	<p>Aplicación de protocolos</p>	<p>Ejecución de una acción que requiere especial habilidad.</p>	<p>Ejecución de un grupo de secuencias previamente establecidas en un orden conveniente para la obtención de imágenes diagnosticas en el Área de Resonancia Magnética</p>	<p>Protocolos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cervical</li> <li>- Hombro</li> <li>- Húmero</li> <li>- Codo</li> <li>- Antebrazo</li> <li>- Muñeca</li> <li>- Mano</li> <li>- Dorsal</li> <li>- Lumbar</li> <li>- Pelvis ósea</li> <li>- Fémur</li> <li>- Rodilla</li> <li>- Pierna</li> <li>- Tobillo</li> <li>- Pie</li> </ul>

# **CAPITULO IV**

## 4.0 DISEÑO METODOLOGICO

### 4.1. ENFOQUE METODOLOGICO.

**Cualitativo:** debido a que permitió evaluar los conceptos estudiados a través de escalas de medición y es excelente para probar teorías, el cálculo de rendimiento y desempeño en el desarrollo de los protocolos estándar de Resonancia Magnética de las diferentes regiones del cuerpo humano y su aplicación práctica en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social.

**Hipotético-Deductivo:** ya que se hizo la observación del desarrollo de los protocolos estándar de Resonancia Magnética de las diferentes regiones del cuerpo humano, deduciendo consecuencias y proposiciones más elementales, haciendo la comprobación de los supuestos deducidos y comprobándolos con la realidad o con el momento empírico.

### 4.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación será de tipo **descriptiva**, ya que estuvo destinada a determinar la situación de las variables en estudio las cuales fueron relacionadas a la aplicación práctica de los protocolos estándar de Resonancia Magnética de las diferentes regiones del cuerpo humano en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social.

Según el período de tiempo de la investigación ésta fue de tipo **transversal** ya que se estudiaron las variables simultáneamente en determinado momento haciendo un corte en el tiempo el cual será de Febrero a Junio de 2018, sin ningún seguimiento posterior de variables o de los resultados.

Según el tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información el estudio fue de tipo **prospectivo**, ya que la investigación se realizó según vayan ocurriendo los fenómenos para el desarrollo de los protocolos estándar de Resonancia Magnética de las diferentes regiones del cuerpo humano y su aplicación práctica en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social.

### 4.3. ÁREA DE ESTUDIO.

El estudio se llevó a cabo en el Área de Resonancia Magnética del Departamento de Radiología e Imágenes del Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social en el periodo de Febrero a Junio de 2018, ubicado en Alameda Juan Pablo II Y 25 Av. Norte, Ciudad de San Salvador, El Salvador. Por las egresadas de la Carrera de Radiología e Imágenes de la Facultad de Medicina, de la Universidad de El salvador.

### 4.4. POBLACION Y MUESTRA.

La **población** estuvo conformada por los 27 Profesionales de la Carrera de Radiología e Imágenes que se encontraron laborando o rotando en el Departamento de Radiología e Imágenes del Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social.

En la **muestra** de investigación se incluyó a los 16 Profesionales que han laborado o rotado en el Área de Resonancia Magnética del Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social.

### 4.5. METODOS

Se utilizó el **método científico** ya que este ayudo para cumplir paso a paso con el rigor científico de la investigación, permitiendo la obtención de los conocimientos acerca de los protocolos estándar de Resonancia Magnética de las diferentes regiones del cuerpo humano que desarrolló el Profesional de Radiología e Imágenes que en el Área de RM, además se utilizaron todos los elementos científicos básicos como conceptos, definiciones, variables e indicadores que dieron un sistema de desarrollo confiable en la investigación estableciendo principios y reglas que orientaron el estudio.

El **método deductivo** donde se aplicó el principio de lo general a lo particular, investigando la información del desarrollo de los protocolos estándar que utilizaron los Profesionales de Radiología e Imágenes en los pacientes que llegaron a realizarse una exploración de Resonancia Magnética y esto contribuyó a un razonamiento lógico del estudio.

El **método analítico** permitió descomponer en todas sus partes las variables y además conocer cómo constituyeron los diferentes fenómenos relacionados con los protocolos estándar para el desarrollo de los estudios de Resonancia Magnética de las diferentes regiones del cuerpo humano, así como la presentación de los datos ordenados desde el inicio de la investigación, este análisis ayudo a obtener información necesaria para la construcción de alternativas que a futuro mejoren las dificultades encontradas en los contenidos teóricos como en las técnicas didácticas utilizadas para su desarrollo.

El **método estadístico** proporcionó la cuantificación de la información obtenida por medio de la estadística porcentual y la presentación de los resultados en cuadros, además contribuyo a la aceptación de supuestos por medio de una media aritmética porcentual que sirvió como herramienta de peso para el estudio que se efectuó.

#### **4.6 TÉCNICAS.**

**Cuestionario:** Se recopilaron datos que ayudaron a la investigación y fueron plasmados por escrito en forma de cuestionario estructurado de forma coherente y lógica, sin modificar el entorno ni controlar el proceso que se mantuvo en observación.

**Observación:** Cada integrante del grupo investigador desarrolló su sentido de la vista y la percepción para captar todos aquellos hallazgos que ayudaron a darle respuesta a la problemática planteada, observando los protocolos estándar que se realizaron en el área de Resonancia Magnética, se utilizó como ventaja, la observación de los hechos de forma directa.

#### **4.7. INSTRUMENTOS.**

**Cuestionario:** Este instrumento se usó para evaluar el conocimiento de los Profesionales en Radiología e Imágenes acerca de los protocolos estándar de RM de las diferentes regiones del cuerpo humano, estuvo compuesto de un número de 24 preguntas cerradas dirigidas a la muestra seleccionada, cada una redactada de forma escueta para que fueran comprendidas, midiendo adecuadamente el conocimiento sobre el tema de investigación que ayudo a la resolución de la problemática.

**Guía de Observación:** Este instrumento se utilizó para verificar la aplicación de los protocolos estándar de RM de las diferentes regiones del cuerpo humano, constando de 21 ítems desglosados para mirar minuciosamente los factores que contribuyeron en los protocolos estándar, fue necesario presenciar las actividades y registrar los detalles observados.

#### 4.8. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Se inició con una **prueba piloto**, para validar el instrumento, se realizó esta prueba a dos profesionales que laboran en el Área de Resonancia Magnética tomados aleatoriamente, los cuales no se tomaron como parte de la muestra, esta prueba se desarrolló con la finalidad de facilitar y detectar dificultades en la redacción o criterios del instrumento. Si se encontraban dificultades se corregirían inmediatamente. Se **solicitó un permiso**, a la jefatura del Departamento de Radiología e Imágenes del Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, donde se llevó a cabo la recolección de datos en el Área de RM mediante un cuestionario. Posteriormente la **recolección de datos** se realizó desde el día 23 de Julio al 03 de Agosto distribuyendo los cuestionarios y la guía de observación, previniendo para evitar el sesgo de la información no se incluyó en la recolección de datos al personal administrativo. La **organización del grupo** para la recolección de datos fue según el siguiente cuadro:

Instrumento / Investigadora	Camila Alvarenga	Verónica Leiva	Sugey Sandoval
Cuestionario	6	5	5
Guía de observación	11	11	10

#### 4.9. PLAN DE TABULACIÓN DE DATOS.

La tabulación de datos se realizó de forma manual haciendo uso de la técnica de palotes y los resultados se presentaron en un cuadro estadístico porcentual simple, la formula a utilizar fue:  $\frac{N1(100)}{N}$ .

N1: Fue la frecuencia para cada alternativa.

N: Fue el total de frecuencia para cada pregunta.

100: Representó el 100% para cada fenómeno o variable

Para la presentación de los datos se utilizaron tablas simples detalladas a continuación y se analizaron individualmente.

N° de cuadro, título y fuente.

ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
TOTAL		

#### **4.10. ANÁLISIS DE DATOS**

Tabulados los datos se analizaron separadamente los elementos básicos con el propósito de escribir los aspectos más relevantes y relacionándolos con el contexto de la investigación, es decir los protocolos estándar de Resonancia Magnética de las diferentes regiones del cuerpo humano, tomando como base el marco teórico y los objetivos planteados.

#### **4.11. COMPROBACION DE SUPUESTOS.**

Se hizo de forma cuantitativa, para lo cual se establecieron diferentes instrumentos que permitieron indagar cómo se desarrollan los profesionales de Radiología e Imágenes en el Área de Resonancia Magnética y encontrar respuesta a los resultados cuando se proporciona la educación para el desarrollo de los protocolos estándar de RM de las diferentes regiones del cuerpo humano, cada instrumento estuvo diseñando para que cada una de las preguntas responda las interrogantes o inquietudes que se plantearon en los supuestos de la presente investigación. Se utilizó el método estadístico de la media aritmética porcentual, con el que se realizó la sumatoria de los conjuntos de los resultados y así determinar el valor promedio de las posibles respuestas a las interrogantes del cuestionario y dar la viabilidad y no viabilidad de los supuestos en estudio.

$$x\% = \frac{\sum xi\%}{n}$$

$x\%$ : Media aritmética porcentual.

$\sum xi\%$  : Sumatoria de las frecuencias porcentuales.

$n$ : total de datos.

Para una mejor apreciación, los resultados de cada supuesto se presentaron en la siguiente tabla:

N°	Aspecto o pregunta	Alternativa		Porcentaje	
		SI	NO	SI	NO
	TOTAL				
				$x\% = \frac{\sum xi\%}{n}$	

Es necesario mencionar que a continuación se presentaron fundamentos para la viabilidad y no viabilidad de supuestos antes mencionados. Se dio por **viable** el supuesto cuando el resultado superó el 70% obtenido en el supuesto, lo que indicó un rango adecuado en las actividades que se esperaban, estuvieron siendo aplicados en el proceso del desarrollo de los protocolos estándar de RM de las diferentes regiones del cuerpo humano, sin embargo esto no garantizó la calidad con la que se trabaja en el área de Resonancia Magnética para desarrollar los saberes pertinentes. **La no viabilidad** de los supuestos lo indicó cuando el resultado no superó el 70% obtenido en el supuesto lo que mostró las áreas en las que se deberá mejorar en el trabajo educativo y desempeño del profesional en Radiología e Imágenes.

# **CAPITULO V**

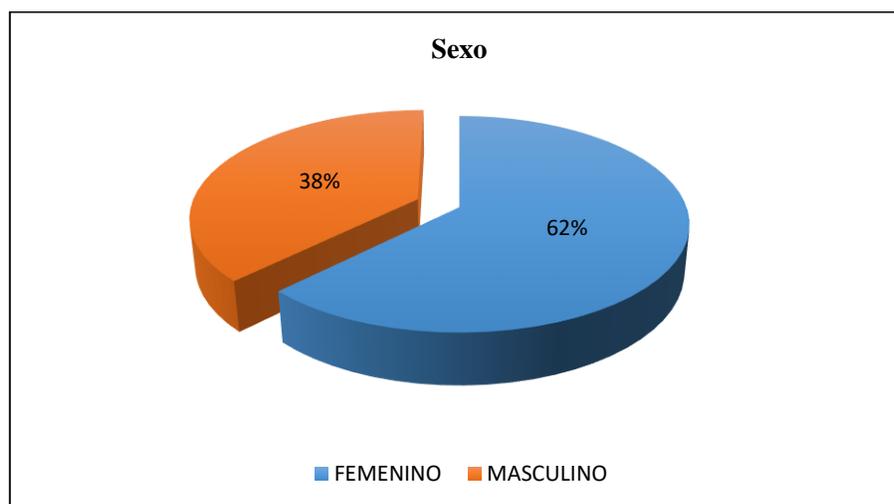
## 5.0 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### Cuestionario dirigido a Profesionales que laboran en el área de RM

Datos Generales:

Sexo

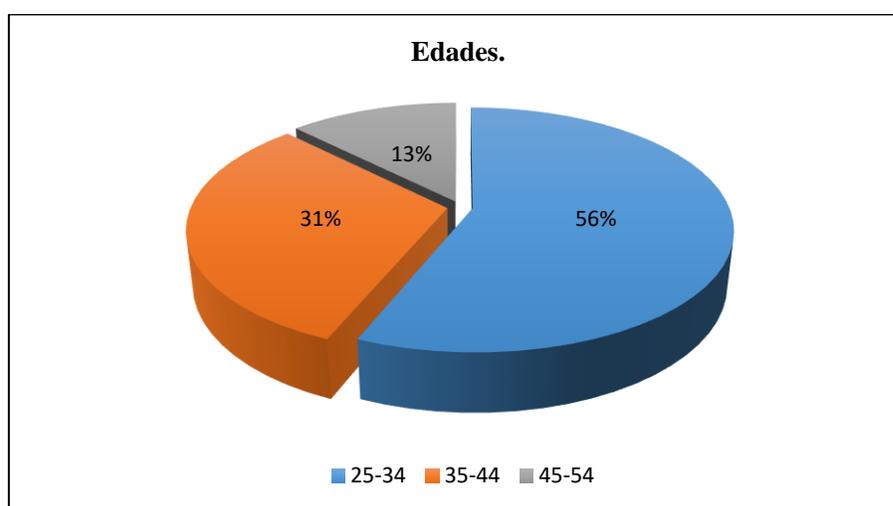
ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
FEMENINO	10	62%
MASCULINO	6	38%
TOTAL	16	100%



De la tabla y grafica anterior podemos notar que del total de Profesionales encuestados, un 62% es género femenino y un 38% género masculino. Observando que la demanda de mujeres profesionales en el área está en aumento, también es de gran ventaja que haya un equipo mixto para que se pueda haber mejor interacción en las actividades y se realice un trabajo eficiente como designación y responsabilidades por igual.

Edades.

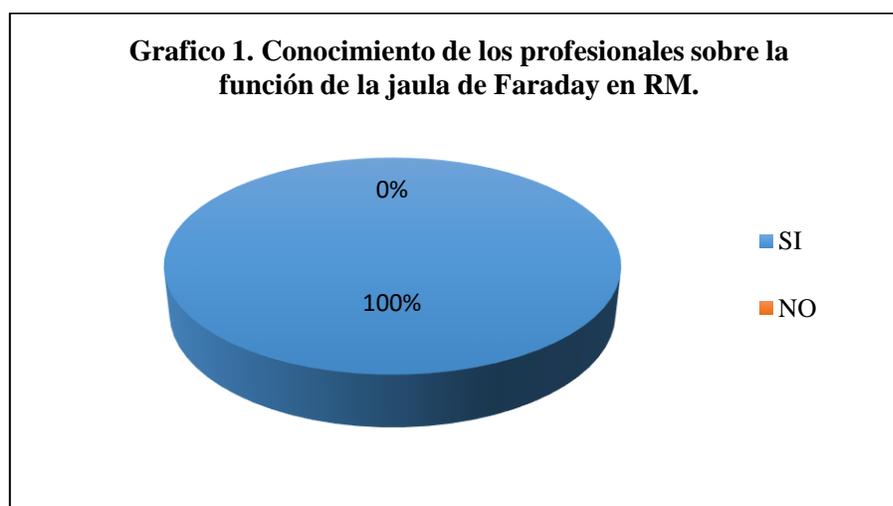
ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
25-34	9	57%
35-44	5	31%
45-54	2	12%
TOTAL	16	100%



En la tabla y grafica anterior podemos ver que un 56% de los Profesionales que laboran en el área de RM encuestados están en un rango de edad entre 25 a 34 años de edad, un 31% está entre los 35 a 44 años, mientras el otro valor del 13% son los encuestados que están entre 45 a 54 años de edad. Esto puede deberse a que la inclusión de Profesional joven es más aceptable en el campo de la RM y estos captan de manera positiva la información necesaria para operar este tipo de equipos.

Tabla 1. Conocimiento de los profesionales sobre la función de la jaula de Faraday en RM.

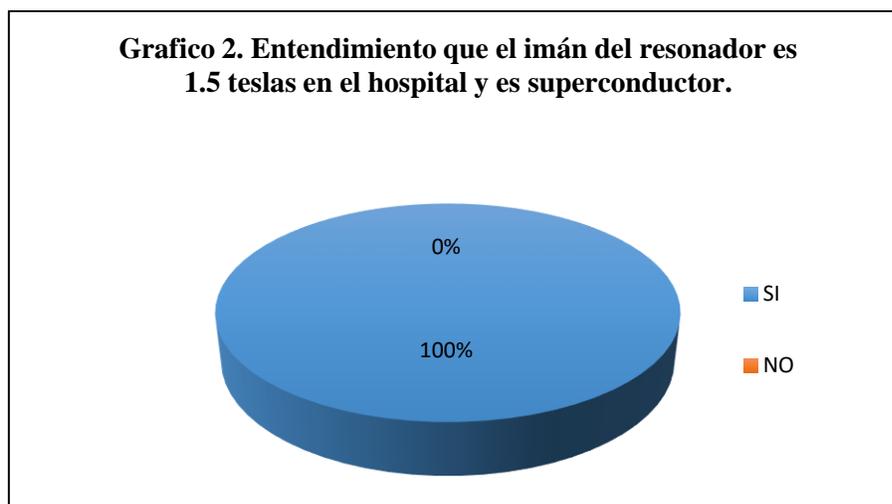
ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	16	100%
NO	0	0
TOTAL	16	100%



Según la tabla y la gráfica anterior el 100% de los Profesionales en Radiología e Imágenes que laboran en RM coincide en su respuesta al afirmar que ellos si conocen la función de la jaula de Faraday. Lo anterior es importante debido a que esta caja metálica provoca el fenómeno del apantallamiento magnético, el cual protege de los campos eléctricos estáticos evitando las descargas eléctricas ya que en su interior hay un equilibrio de electrones que da la formación de campos nulos.

Tabla 2. Entendimiento que el imán del resonador es 1.5 teslas en el hospital y es superconductor.

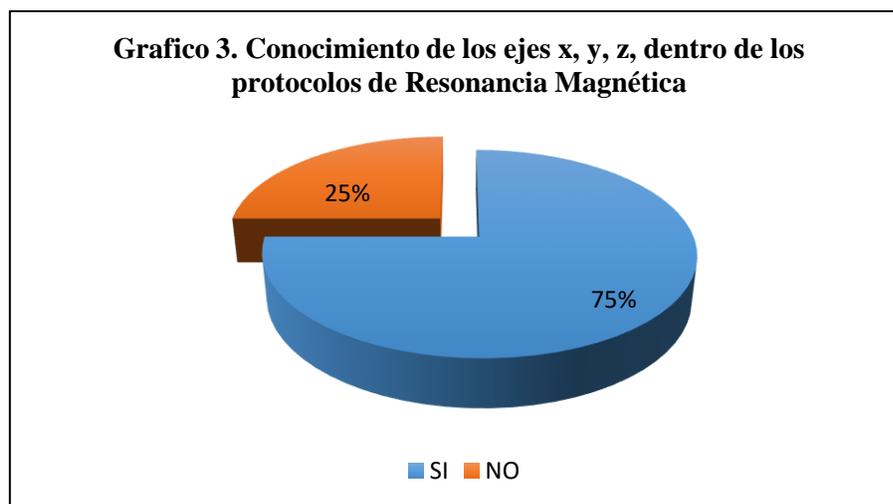
ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	16	100%
NO	0	0
TOTAL	16	100%



En la tabla y en la gráfica anterior el 100% del personal encuestado que labora en el Área RM entienden que el imán que contiene el resonador que se utiliza en el Hospital General es de 1.5 Teslas. Las unidades de magnetización son importantes porque ayudan a formar una imagen fidedigna, esta produce campos magnéticos altos y externos siendo unos de los principales componentes que utiliza temperaturas altas y en su interior son enfriadas con Helio líquido, además el equipo reduce costos en comparación con los de menor Teslas.

Tabla 3. Conocimiento de los tres ejes x, y, z, dentro de los protocolos de Resonancia Magnética

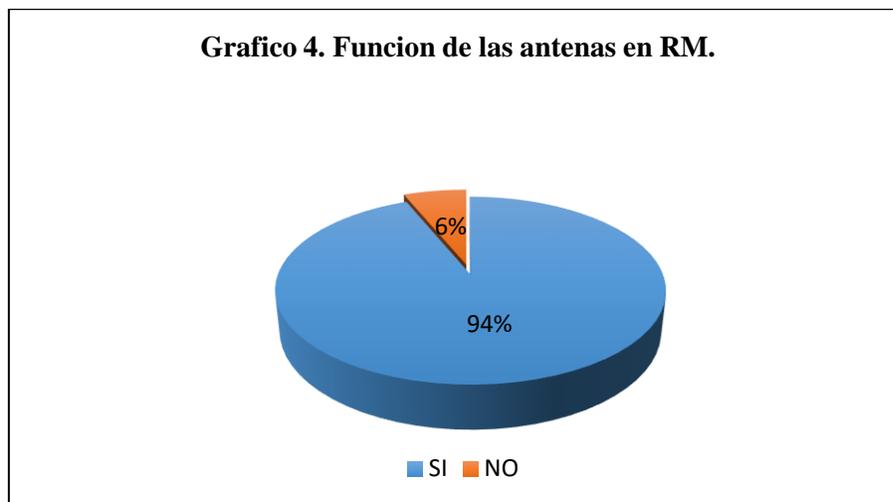
ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	12	75%
NO	4	25%
TOTAL	16	100%



En la tabla y gráfica anterior podemos observar que un 75% de la muestra encuestada conoce los tres ejes que se observan en un protocolo de RM mientras que con un 24% los desconoce. El sistema de coordenadas es importante para la planificación del estudio ya que este determina la dirección del vector magnético para definir los planos de los cortes sagital, axial y coronal en la que se obtiene la imagen; por lo tanto es importante que todo el personal que labora en RM tenga el total conocimiento teórico y práctico de los ejes.

Tabla 4. Función de las antenas en RM.

ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	15	94%
NO	1	6%
TOTAL	16	100%



En tabla y el grafico anterior se identifica que un 94% de los Profesionales del área de RM encuestados conocen la función de las antenas y un 6% de los Profesionales no lo conoce. Las antenas son las encargadas de brindar una intensidad homogénea en cada corte presentando cierto poder de penetración en cada emisión, captando la señal según la región a explorar y en diferentes direcciones para la obtención de la imagen.

Tabla 5. Diversidad de antenas en el equipo de RM

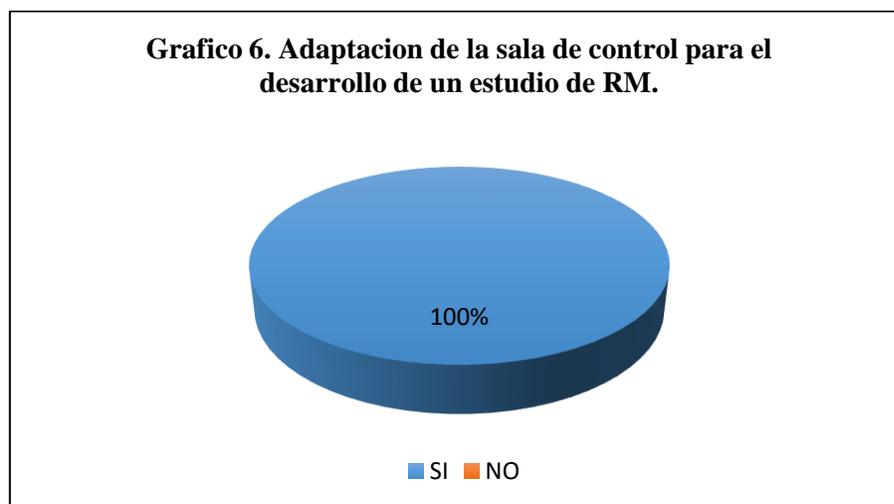
ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	6	37%
NO	10	63%
TOTAL	16	100%



En la tabla y gráfica anterior podemos observar con un 63% de los Profesionales que laboran en el área de RM expresa que el equipo cuenta con las antenas adecuadas para la realización estudios de RM estándar y un 37% expresa que no cuentan con estas. Existe una variedad de antenas para los estudios estándar y especiales. En este hospital la RM no realiza estudios en los que se necesita antenas endocavitarias y endorrectales por lo tanto no es necesario que el equipo las posea.

Tabla 6. Adaptación de la sala de control para el desarrollo de un estudio de RM.

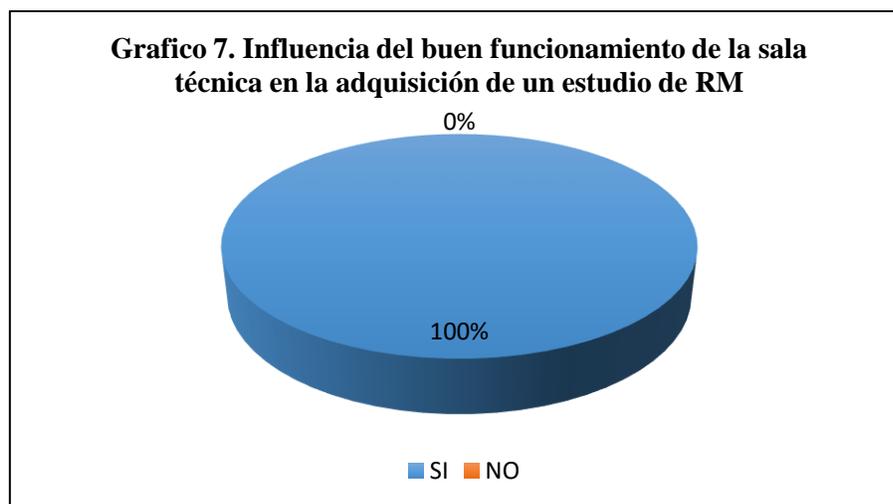
ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	16	100%
NO	0	0
TOTAL	16	100%



Según la tabla y el grafico anterior el 100% de los profesionales encuestados manifiestan que la sala de control es adecuada para realizar el estudio de RM. El área donde se desarrollan los estudios debe contener los elementos necesarios para planificar el protocolo, un clima óptimo para mantener la temperatura adecuada de los equipos, el espacio físico entre Profesional y paciente para evitar inconvenientes cuando se realiza la exploración creando estudios eficientes y eficaces.

Tabla 7. Influencia del buen funcionamiento de la sala técnica en la adquisición de un estudio de RM

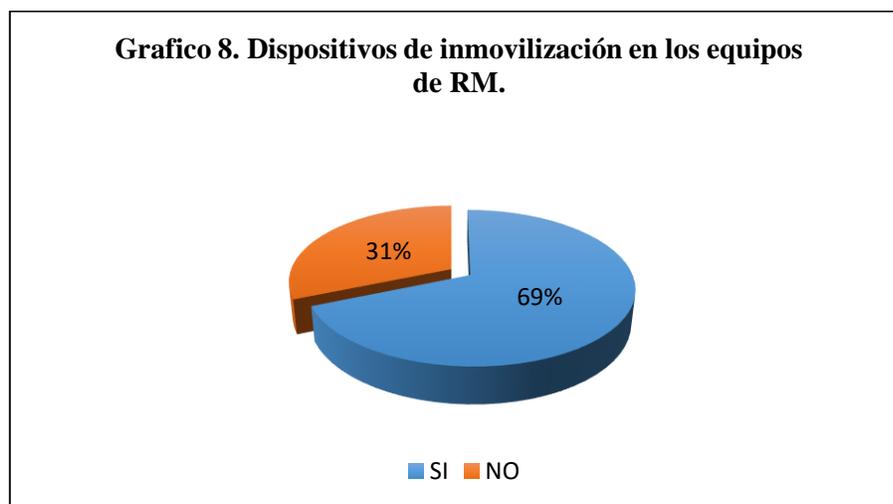
ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	16	100%
NO	0	0
TOTAL	16	100%



En la tabla y en el grafico anterior el 100% de los Profesionales encuestados reconoce la influencia de la sala técnica sobre los componentes importantes de RM. Esta sala es la encargada de mantener el equilibrio eléctrico y magnético dado que es una fuente de alimentación completa que regula los gradientes magnéticos y sistema de radiofrecuencia y sistema de enfriamiento, por lo tanto su funcionamiento influye de manera positiva o negativa sobre la adquisición de imágenes en los protocolos estándar tomando en cuenta que a la hora de presentar desperfectos dañaran los estudios y no se ejecutaran de manera ideal.

Tabla 8. Dispositivos de inmovilización en los equipos de RM

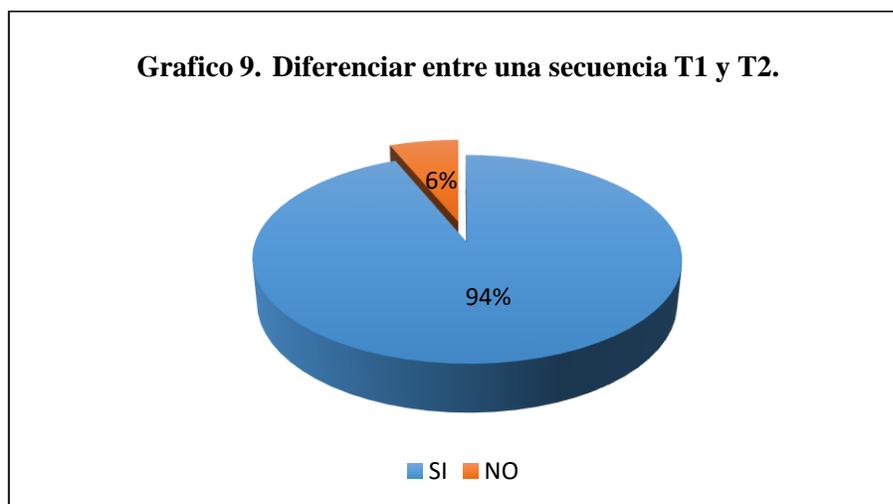
ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	11	69%
NO	5	31%
TOTAL	16	100%



La tabla y el gráfico anterior refleja que un 69% de los Profesionales encuestados que el área cuenta con los accesorios necesarios para realizar una exploración de RM, mientras que un 31% manifiesta que hacen falta accesorios. Es necesario la utilidad de estos accesorios en los estudios de RM ya que estos ayudan a la disminución del movimiento y repetición de secuencias de adquisición de imágenes facilitando la comodidad y colaboración del paciente.

Tabla 9. Diferenciar entre una secuencia T1 y T2.

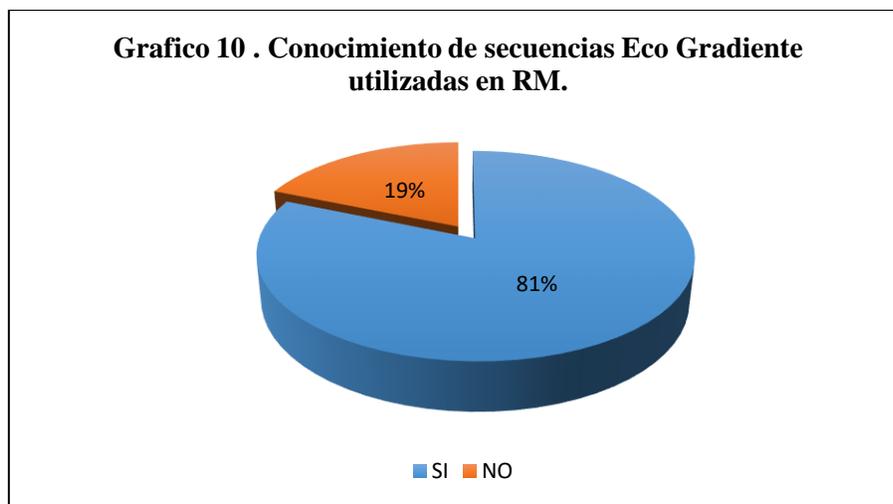
ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	15	94%
NO	1	6%
TOTAL	16	100%



En la Tabla y la gráfica anterior podemos observar que el 94% de los Profesionales encuestados identifica la diferencia entre la secuencia T1 y T2 y un 6% no las identifica. Las secuencias T1 y T2 ayudan a diferenciar anatomía según el pulso de radiofrecuencia aplicado, en ambas secuencia se mide el tiempo de relajación de cada protón luego de ser estimulado por el campo magnético y determina en las variaciones del espacio K (matriz de datos).

Tabla 10. Conocimiento de secuencias Eco Gradiente utilizadas en RM.

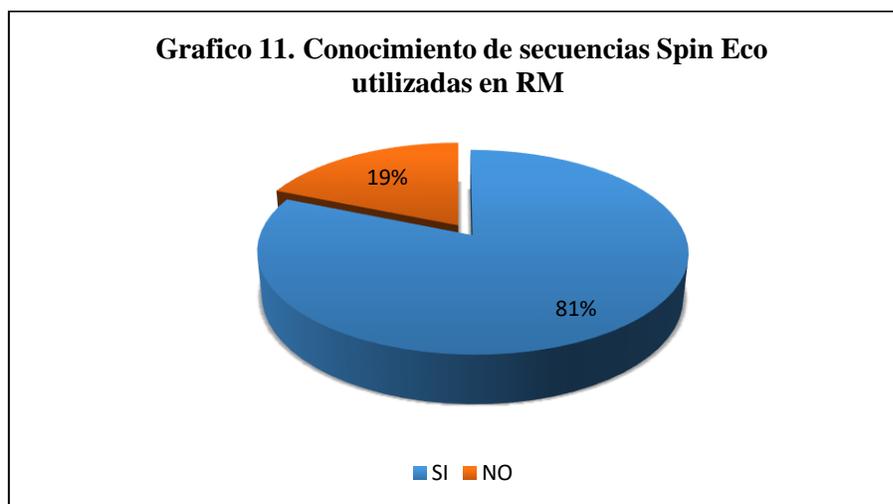
ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	13	81%
NO	3	19%
TOTAL	16	100%



De la tabla y la gráfica anterior podemos observar que el 81% de los Profesionales conoce las secuencias de las familias eco gradiente y un 19% no las conoce. Es Eco Gradiente es el tiempo de relajación y repetición de los pulsos de radiofrecuencia de los protones de la zona en estudio, es esencial saber acerca de las secuencias para aplicarlas según lo que se desea evaluar y dependiendo de la condición que el paciente presente se puede tomar la decisión de desarrollar secuencias más rápidas para acortar el tiempo de exploración.

Tabla 11. Conocimiento de secuencias Spin Eco utilizadas en RM

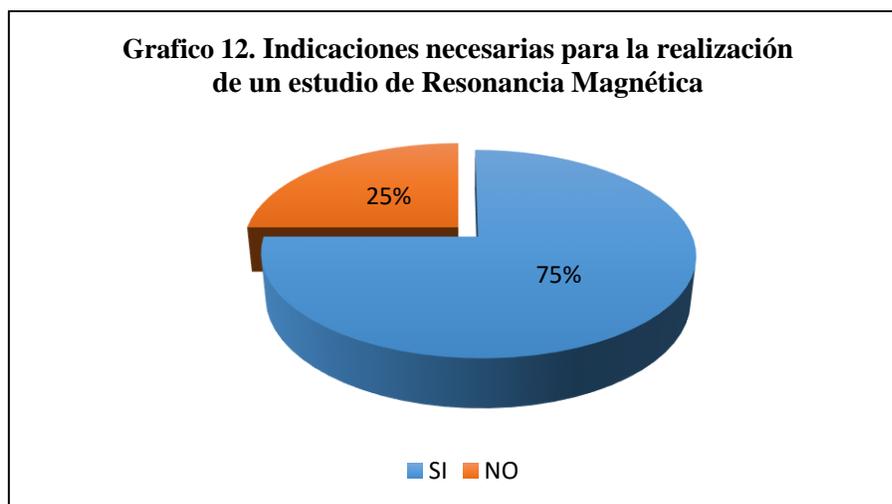
ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	13	81%
NO	3	19%
TOTAL	16	100%



En la tabla y grafica anterior observamos que un 81% de los Profesionales que laboran RM conoce las secuencias de la familia Spin Eco mientras que un 19% no las conoce. Las secuencias SE se encargan de obtener el eco con un tiempo más prolongado que las Eco Gradiente y nos ayudan a diferenciar varios tipos de tejidos debido a la alta resolución con la que se adquiere la imagen.

Tabla 12. Indicaciones necesarias para la realización de un estudio de Resonancia Magnética

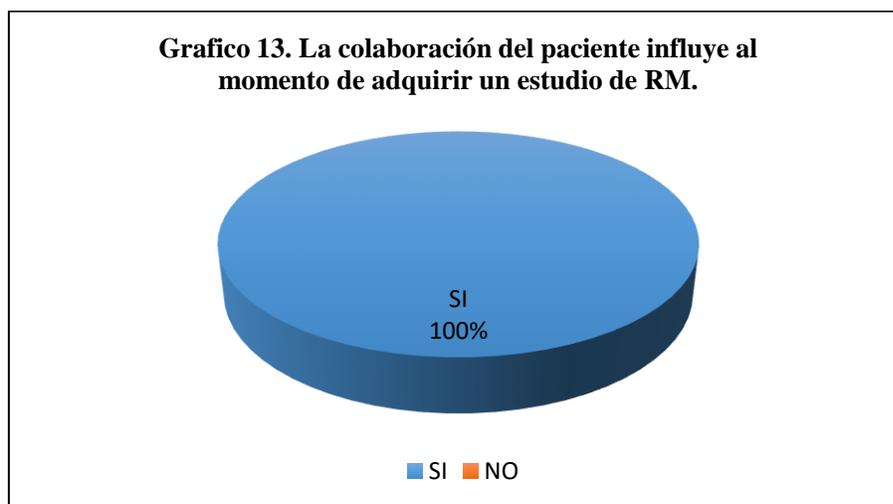
ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	12	75%
NO	4	25%
TOTAL	100	100%



En la tabla y grafica anterior podemos observar que el 75% de los Profesionales encuestados consideran indispensable el cumplimiento de las indicaciones previas a la realización de una exploración de RM, mientras que para el 25% no es necesario. El cumplimiento de las indicaciones previas como el ayuno mínimo de 4 horas y el examen de creatinina es importante ya que el paciente podría presentar una variación patológica que requiera la administración de Medio de Contraste o anestesia por falta de colaboración de este y si no lleva su ayuno y valores de creatina tendría que programar su examen y esperar por un periodo de tiempo más largo.

Tabla 13. La colaboración del paciente influye al momento de adquirir un estudio de RM

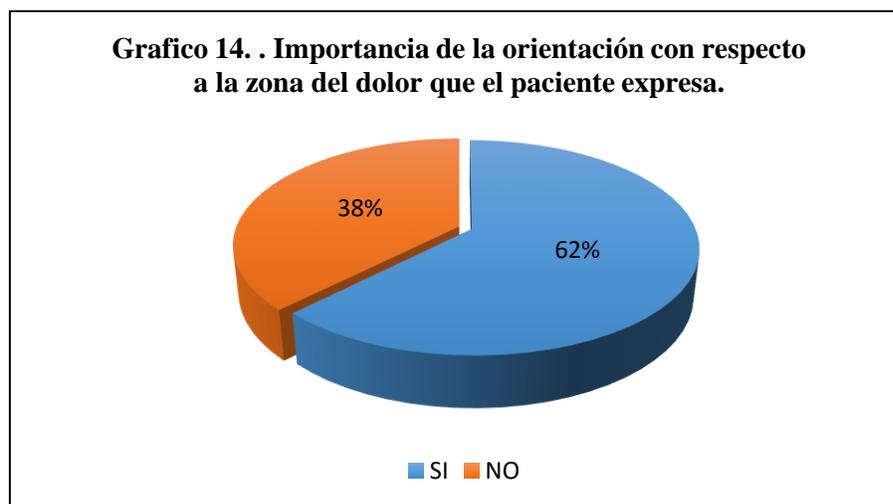
ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	16	100%
NO	0	0
TOTAL	16	100%



En la tabla y en la gráfica anterior se visualiza que el 100% de los encuestados considera que la colaboración del paciente influye al momento de adquirir un estudio. Esto es importante ya que se logra desarrollar el protocolo adecuado con accesorios de inmovilización convenientes beneficiando al paciente con su diagnóstico adecuado y eficaz, sin que haya dudas y se obtengan imágenes confiables.

Tabla 14. Importancia de la orientación con respecto a la zona del dolor que el paciente expresa.

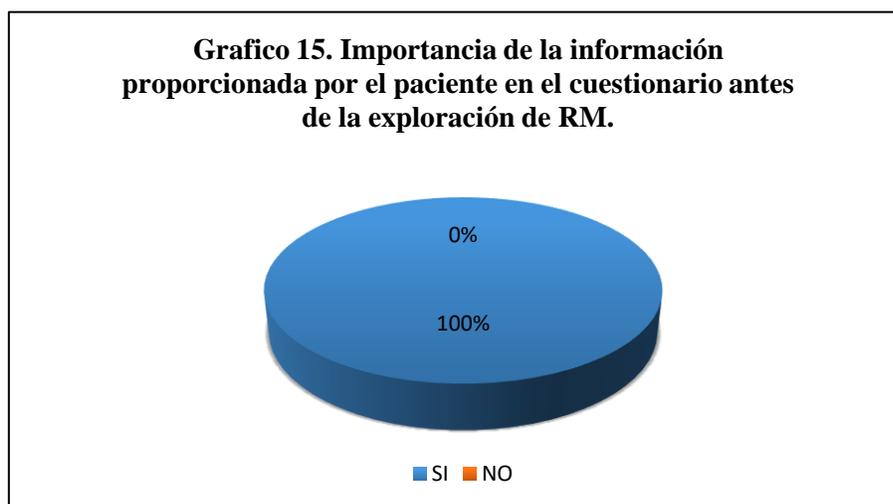
ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	10	62%
NO	6	38%
TOTAL	16	100%



En la tabla y en la gráfica anterior se observa que el 62% de los profesionales encuestados considera importante la orientación con respecto a la zona del dolor que el paciente expresa y el 38% considera que no es importante. La orientación con respecto a la zona del dolor debe ser considerada cuando el médico especialista sugiera que se enfatice en el área a explorar para disminuir el tiempo de adquisición de imagen en estudios extensos y delimitar adecuadamente la región a estudiar.

Tabla 15. Importancia de la información proporcionada por el paciente en el cuestionario antes de la exploración de RM.

ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	16	100%
NO	0	0
TOTAL	16	100%



En la tabla y en la gráfica anterior se identifica que el 100% de los encuestados considera que la información obtenida a través del cuestionario es de vital importancia para la exploración en RM. Este factor es fundamental en el momento previo en que el paciente ingresa a la sala de estudio, ya que las normas de seguridad son estrictas y obligatorias y el paciente puede ser portador de algún dispositivo o implante que contenga material ferromagnético, si esta información se pasa por alto, podría ponerse en riesgo la vida del paciente.

Tabla 16. Conocimiento de las secuencias en los protocolos estándar.

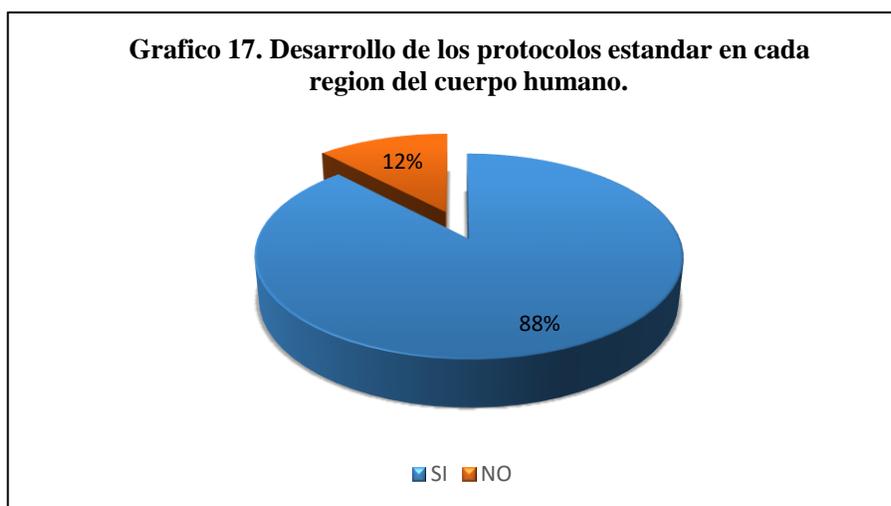
ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	15	94%
NO	1	6%
TOTAL	16	100%



En la tabla y en la gráfica anterior se puede observar que el 94% de los Profesionales encuestados conoce las secuencias utilizadas en los protocolos estándar en resonancia magnética y el 6% no conoce estas secuencias. El conocer las secuencias es importante ya que estas están orientadas a obtener información necesaria que permita una exploración completa del área de interés, capaz de identificar las principales patologías que pudieran presentarse en diferentes tejidos observándolas con una gama de grises del contraste tisular, consumiendo el menor tiempo posible.

Tabla 17. Desarrollo de los protocolos estándar en cada región del cuerpo humano.

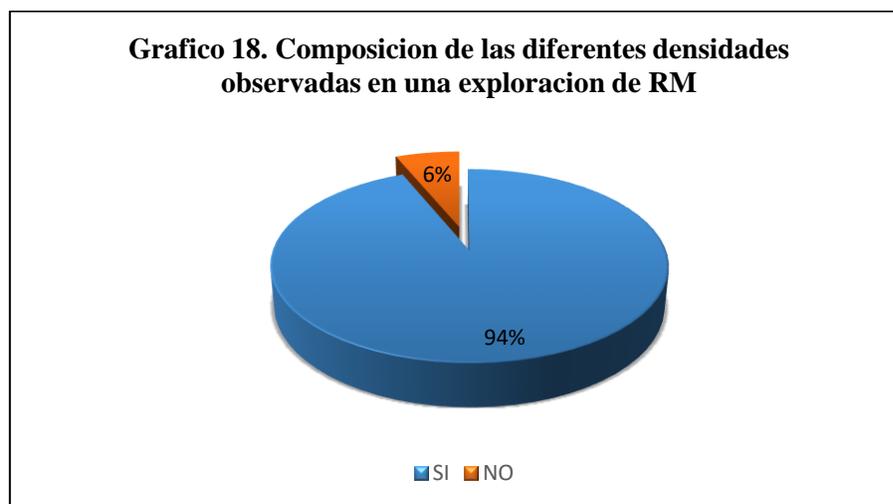
ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	14	88%
NO	2	12%
TOTAL	16	100%



En la tabla y en la gráfica anterior se puede observar que el 88% de los Profesionales encuestados manifiesta que desarrolla con seguridad cada uno de los protocolos estándar para cada una de las regiones del cuerpo humano y el 12% no los desarrolla con seguridad. El realizar con seguridad los protocolos estándar en RM es de vital importancia, ya que se pone en práctica los parámetros de planificación en las secuencias de los estudios y pues con esto están preparados para una variación en el proceso de exploración si la situación así lo requiere ya sea por condiciones del paciente o simplemente por eficacia y eficiencia en la práctica diaria con esto se logra obtener una buena imagen del estudio.

Tabla 18. Composición de las diferentes densidades observadas en una exploración de RM

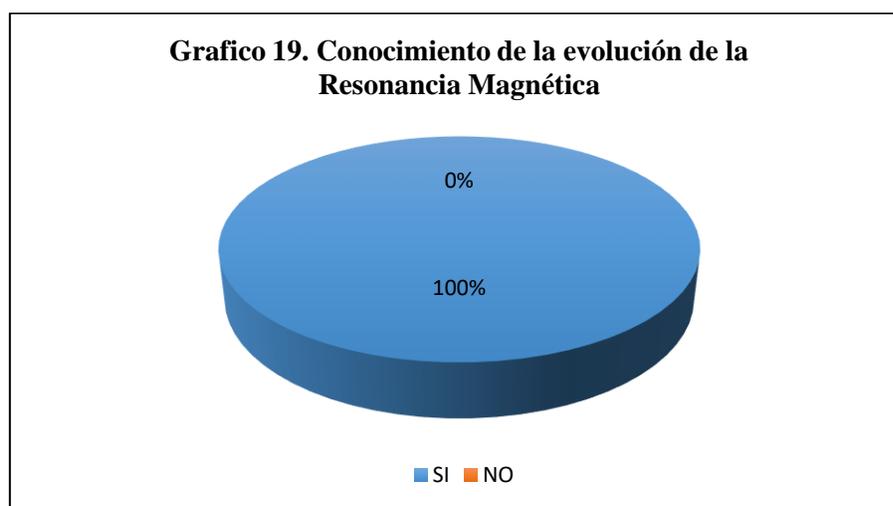
ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	15	94%
NO	1	6%
TOTAL	16	100%



En la tabla y en la gráfica anterior podemos observar que el 94% de los encuestados sabe identificar la composición de las densidades observadas en las diversas regiones anatómicas y el 6 % no las identifica. El identificar las diferentes densidades en una imagen de RM es esencial ya que cada imagen obtenida genera diversos contrastes tisulares las cuales son un aspecto clave para identificar y distinguir entre estructuras anatómicas normales o la existencia de una patología, por lo tanto, el Profesional que labora en Resonancia Magnética debe conocer estas variantes para poder diferenciar entre un estudio normal o anormal y obtener imágenes de la mejor manera posible.

Tabla 19. Conocimiento de la evolución de la Resonancia Magnética.

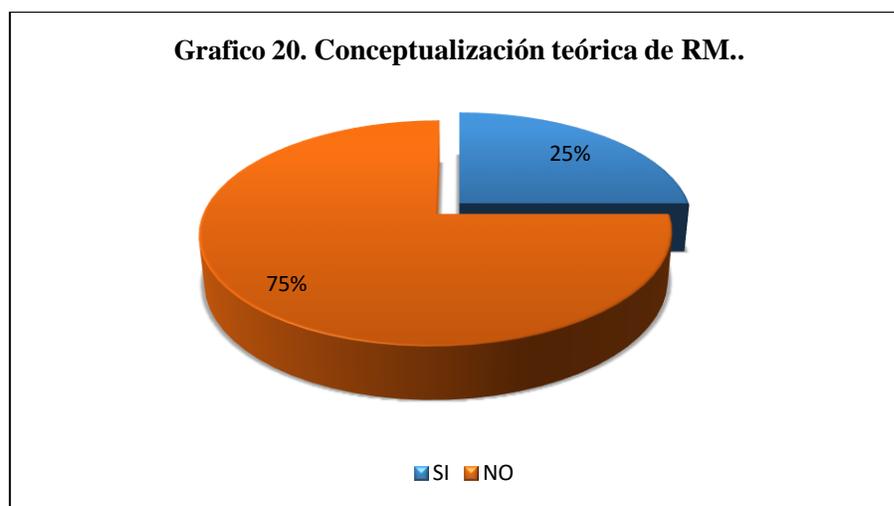
ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	16	100%
NO	0	0
TOTAL	16	100%



En la tabla y en la gráfica anterior podemos observar que el 100% de los encuestados durante su formación académica recibió información acerca de la historia de la Resonancia Magnética. Esto es relevante debido a que se conocen los primeros pasos que ha venido dando la Resonancia Magnética, también sirve para tener una reseña historia por esa razón es importante reconocer los avances desde sus inicios hasta el día de hoy, porque ha venido dando aportes importantes en el ámbito de diagnóstico por imágenes incluyendo evolución de protocolos clásicos con tiempos largos de adquisición a protocolos con secuencias rápidas con menor tiempo, como también innovaciones en resonadores que venían desde bajos, medianos y de alto campo magnético.

Tabla 20. Conceptualización teórica de RM.

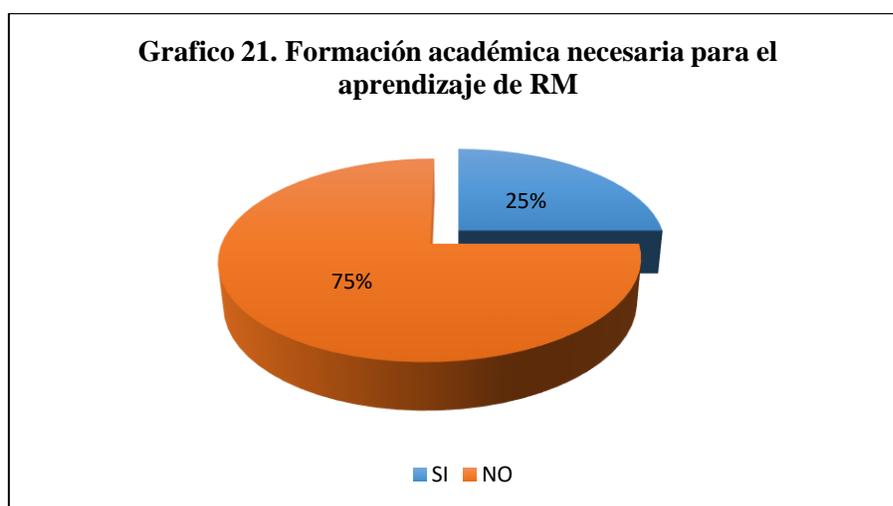
ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	4	25%
NO	12	75%
TOTAL	16	100%



En la tabla y en la gráfica anterior se pueden observar que el 75% de los encuestados considera que las definiciones recibidas en el componente teórico de RM no fueron lo suficiente para el aprendizaje en esta área y el 25% considera q fue suficiente. Esto puede deberse ya que el componente teórico no fue ampliado de la forma adecuada que lo requiere dicha especialidad ya que es compleja al momento de laborar en ella y es necesario el tener el conocimiento amplio de los conceptos para identificar los parámetros en los estudios de RM.

Tabla 21. Formación académica necesaria para el aprendizaje de RM

ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	4	25
NO	12	75
TOTAL	16	100%



En la tabla y en la gráfica anterior podemos observar que el 75% de los encuestados opinaron que las secuencias y protocolos recibidos durante su formación académica no fueron lo necesario para el aprendizaje total del área mientras que el 25% dijo que sí. Durante la formación académica se debe aprender y comprender los parámetros, indicaciones, contraindicaciones y el posicionamiento del paciente ya que esto influye al momento de realizar un protocolo para obtener resultados de calidad que ayudaran al diagnóstico del paciente, por lo tanto se le debe dar el tiempo necesario para el aprendizaje adecuado.

Tabla 22. Adecuada rotación Hospitalaria en el área de Resonancia Magnética

ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	2	12%
NO	14	88%
TOTAL	16	100%



En la tabla y grafica anterior podemos observar que el 88% de los encuestados manifiestan que no realizaron una rotación hospitalaria suficiente en el área de Resonancia Magnética durante su formación académica mientras que el 12% restante si la realizo. La práctica y la rotación hospitalaria es la piedra angular en la formación de los profesionales que están cursando la clase de RM, y el desarrollarse en el área llena de motivación, inspiración y refuerza los conocimientos adquiridos en clase, por lo tanto se debe asegurar la adecuada distribución para que todo futuro Profesional en formación experimente en el área.

Tabla 23. Experiencia de la RM obtenida en práctica Hospitalaria.

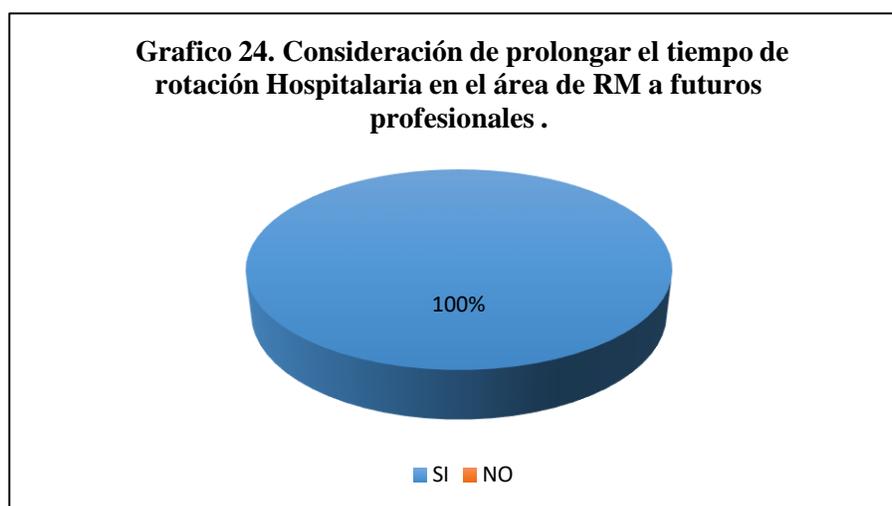
ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	0	0
NO	16	100%
TOTAL	16	100%



En la tabla y en la gráfica anterior se puede ver que el 100% de los licenciados encuestados consideran que su experiencia en el área de RM no la obtuvieron en su totalidad en la práctica hospitalaria. Esto puede deberse a que el área de Resonancia Magnética es extensa y compleja y existe una gran demanda de estudiantes que no solo con las horas diarias de prácticas perfeccionan su conocimiento en el área, el que labore en esta área sea constantemente capacitado y este al corriente de las innovaciones en el rubro para un mejor desempeño en su trabajo.

Tabla 24. Consideración de prolongar el tiempo de rotación Hospitalaria en el área de RM a futuros profesionales

ALTERNATIVA	FRECUENCIA (Fr)	PORCENTAJE (100%)
SI	16	100%
NO	0	0
TOTAL	16	100%



En la tabla y en la gráfica anterior podemos observar que el 100% de los encuestados considera que se debería de ampliar el tiempo de rotación hospitalaria en el área de RM. Esto es importante para los profesionales en formación para que adquieran mayor práctica, conocimiento y adquisición de experiencia en dicha área y puedan desarrollar con eficiencia todas las secuencias que se aplican en Resonancia Magnética

### GUIA DE OBSERVACION

ITEM A OBSERVAR	FRECUENCIA		PORCENTAJE %		TOTAL	
	SI	NO	SI	NO	Fx	F%
Advierte al personal externo al área acerca de los objetos que debe dejar fuera de la sala de resonancia magnética.	30	2	94	6	32	100%
Se preocupa por mantener objetos metálicos fuera de la sala de exploración de RM	32	0	100	0	32	100%
Conoce que el imán del resonador siempre está funcionando aunque no se esté realizando un estudio, por lo tanto, se mantiene cerrada la puerta de la sala de exploración	30	2	94	6	32	100%
Identifica los tres planos (sagital, axial y coronal) en un estudio de RM	32	0	100	0	32	100%
Utilizan las antenas correctas para cada tipo de estudio	32	0	100	0	32	100%
La sala de control cuenta con los aspectos necesarios para el desarrollo de un estudio de RM	32	0	100	0	32	100%
La calidad de imagen obtenida de la exploración de RM se ve afectada por el estado de la sala técnica.	32	0	100	0	32	100%
La resonancia magnética cuenta con los equipos de inmovilización necesarios para la comodidad del paciente al momento de la exploración.	27	5	84	16	32	100%
Puede distinguir entre una secuencia T1 y T2	28	4	87	13	32	100%
Reconoce las secuencias derivadas de las familias SE	31	1	97	3	32	100%
Reconoce las secuencias derivadas de las familias EG	31	1	97	3	32	100%
Toma en cuenta el ayuno y los valores de creatinina que presenta el paciente	12	20	37	63	32	100%
La colaboración del paciente influye al momento de adquirir un estudio de RM	32	0	100	0	32	100%
Le da importancia a la zona del dolor expresada por el paciente	11	21	34	66	32	100%
Presta especial cuidado a la información del paciente obtenida a través del cuestionario firmado	32	0	100	0	32	100%
Conoce las secuencias utilizadas en los protocolos estándar de RM	30	2	94	6	32	100%
Utiliza con confianza el protocolo estándar adecuado para cada una de las regiones del cuerpo humano	30	2	94	6	32	100%
Identifica la composición de las diferentes densidades observadas en las diversas regiones anatómicas en un estudio de RM.	30	2	94	6	32	100%
El componente teórico está siempre presente para el profesional encargado al momento de la realización de un estudio de RM	10	22	31	69	32	100%
El profesional a cargo realizó su rotación hospitalaria en el área de Resonancia Magnética durante su formación académica.	6	26	19	81	32	100%
La experiencia en el Área de RM la obtuvo de capacitaciones de parte de la institución	20	12	62	38	32	100%

En el cuadro anterior, se reflejan los resultados de una lista de aspectos al evaluar la manera en la que los Profesionales en Radiología e Imágenes que laboran en el Área de Resonancia Magnética en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social llevan a cabo la realización de los protocolos estándar en RM de las diferentes regiones del cuerpo humano

Se observó que los Profesionales en Radiología responsables de los estudios de RM en las salas de exploración en el 94% de los casos se le advierte al personal externo al área acerca de los objetos que deben dejarse fuera de la sala de examen, siendo diferente el caso del 6% que no lo hace, las personas externas manifestaban la interrogante de dejar afuera sus pertenencias ya que el Profesional en ese momento a cargo no le dio la advertencia, es de vital importancia no olvidar este aspecto ya que si se llegara a introducir objetos, prótesis e implantes ferromagnéticos dentro de la sala donde se encuentra el resonador se puede poner en riesgo la vida del paciente y del Profesional laborando. En cuanto a la preocupación de mantener objetos metálicos fuera de la sala de exploración de RM, en el 100% de los casos lo Profesionales se mantienen atentos este aspecto. Se observó que el 94% de Profesionales que laboran en el área de RM conocen que el imán del resonador siempre está funcionando aunque no se estén realizando estudios, por lo tanto mantienen la puerta cerrada de las salas de exploración al otro 6% se le recuerda constantemente que cierre la puerta de la sala de exploración, el imán del resonador siempre está generando fuerza de atracción en menor ímpetu que cuando se está realizando un estudio por esta razón es importante mantener la puerta de la sala cerrada para evitar accidentes que puedan afectar a las personas del área, pacientes ambulatorios o ingresados. En cuanto a la identificación de los tres planos (sagital, axial y coronal) en un estudio de RM, se percibió que el 100% de los Profesionales a cargo de las exploraciones identificaban cada uno de estos. De igual manera sucedió en el aspecto de las antenas, se observó que el 100% de los Profesionales en el área utilizan las antenas correctas para cada tipo de estudio en las salas de exploración. Se descubrió que en el 100% de los casos la sala de control de ambos equipos cuenta con todos los aspectos necesarios para el desarrollo de un estudio de RM, ya que si esta no tiene todos los elementos necesarios, la calidad de imagen, la eficiencia y eficacia de trabajo se verá

afectada. Se observó en el 100% de estudios realizados que las condiciones de la salas técnica son las adecuadas para el buen funcionamiento de cada resonador. Es vital que la sala técnica de cada una de las salas de exploración tenga un estado óptimo para evitar fallas que repercutan de manera negativa en el funcionamiento del equipo al momento del desarrollo de un protocolo. Las salas de exploración en el 84% de los casos si cuentan con los accesorios de inmovilización adecuados, pero en el 16% no son los adecuados para el tipo de estudio, o por decisión del Profesional a cargo no se utilizan. En la distinción entre secuencias T1 y T2 se percibió que los Profesionales a cargo de las salas de exploración en el 84% de los estudios observados si identifican la diferencia entre una secuencia T1 y una T2 y el 16% de Profesionales que encontraban en ese momento no lo hicieron. Es fundamental que se identifique la diferencia entre estas secuencias ya que casi en la totalidad de protocolos que se aplican en el Hospital General deben estar presentes. En cuanto a tomar en cuenta el ayuno y los valores de creatinina del paciente, se observó que el 37% de los Profesionales a cargo tomaron cuidado de estos valores mientras que el 63% en algunos estudios hacían caso omiso. Tomar importancia a esto es valioso, ya que durante el desarrollo del protocolo, se puede encontrar alguna patología que requiera administración de medio de contraste y sin estos valores presentes, no se le pudo administrar y el estudio queda incompleto. La colaboración del paciente es primordial en el 100% de los casos al momento del desarrollo de un protocolo ya que si no se obtiene la colaboración necesaria podría llegar a suspenderse el estudio, esto sucede comúnmente tanto de parte de pacientes ambulatorios como ingresados por razones de dolor, fobias, etc. En el 34% de los casos el Profesional a cargo de la exploración no toma en cuenta la zona de dolor que el paciente expresa y en el 21% si lo hace, esto es importante ya que puede hacer que un estudio sea más rápido y enfático en el área de lesión y el paciente no permanece en una posición incómoda durante un tiempo prolongando y realizar un estudio en alguna parte del cuerpo que no la necesita. En el 100% de los casos observados en la salas de exploración los Profesionales a cargo prestaron atención a la información expresada por el paciente en el cuestionario firmado, ya que en este se presentan tanto datos generales de la persona a la que se le realizara el estudio como datos específicos para la realización o suspensión de este. En el aspecto de conocer las secuencias utilizadas en cada protocolo estándar, a la

realización de estos con confianza e identificar la composición de las densidades que se observan en las regiones anatómicas en estudio, el 94% desarrolla las secuencias de los protocolos con confianza e identifica las composiciones de las densidades observadas y un 6% no lo hace. El 31% de los Profesionales a cargo de las exploraciones no tienen presente la información recibida durante la formación académica por diversas razones y el 22% si lo hace. De los Profesionales que laboran en el Área de RM el 81% no recibió su rotación hospitalaria por el área y el 19% si lo hizo. En cuanto a la experiencia de cada uno de los Profesionales laborando en las salas de exploración, el 62% la adquirieron por parte de capacitaciones de parte de la institución en la que laboran y el 38% la adquirieron en otras instituciones, es muy importante que el personal a cargo de áreas tan avanzadas como lo es la RM se mantengan a la vanguardia de las evoluciones en esta materia.

## 5.1 COMPROBACION DE SUPUESTOS.

**Supuesto 1.** El desconocimiento cada uno de los componentes mecánicos y eléctricos pueden afectar al momento de realizar un estudio de Resonancia Magnética.

N°	Aspecto o pregunta	Alternativa		Porcentaje (100%)	
		SI	NO	SI	NO
1	¿Conoce la función de la jaula de Faraday en RM?	16	0	100	0
2	¿Es de su conocimiento que el imán del resonador de 1.5 teslas de este hospital es superconductor?	16	0	100	0
3	¿Conoce los planos x, y, z, dentro de los protocolos de Resonancia Magnética?	12	4	75	25
4	¿Sabía usted que las antenas en RM son las encargadas de emitir y recibir ondas de radiofrecuencia en sincronización con los gradientes magnéticos?	15	1	94	6
5	¿El equipo de RM cuenta con todos los tipos de antenas adecuadas para cada tipo de estudio?	6	10	37	63
6	¿Considera usted que la sala de control de la RM es la adecuada para el desarrollo de un estudio en esta área?	16	0	100	0
7	¿Considera usted que el correcto funcionamiento de la sala técnica influye de alguna manera en la adquisición de un estudio de RM?	16	0	100	0
8	¿En su opinión el equipo de RM cuenta con los dispositivos de inmovilización necesarios para la comodidad del paciente al momento de la realización de los estudios?	11	5	69	31
TOTAL		108	20	675	125
TOTAL X %				84	16
		$x\% = \frac{\sum xi\%}{n}$			

**Aplicando la formula**

$$\text{SI} = x\% = \frac{\sum xi\%}{n} \quad x\% = \frac{675}{8} \quad x\% = 84$$

$$\text{NO} = x\% = \frac{\sum xi\%}{n} \quad x\% = \frac{125}{8} \quad x\% = 16$$

De acuerdo con los resultados sobre el desarrollo de Protocolos estándar de RM en las diferentes regiones del cuerpo humano obtenida en el Área de Resonancia Magnética en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, la frecuencia porcentual de los datos fue de 84%, por lo tanto se verifica que el porcentaje resultante es mayor al 70%, por lo que se determina que el supuesto es viable.

**Supuesto 2.** Las secuencias se agrupan en dos grandes familias que permiten el óptimo desarrollo del protocolo.

N°	Aspecto o pregunta	Alternativa		Porcentaje (100%)	
		SI	NO	SI	NO
9	¿Puede distinguir entre una secuencia T1 y T2?	15	1	94	6
10	¿Conoce las secuencias que se derivan de la familia Eco Gradiente utilizadas en RM?	13	3	81	19
11	¿Conoce las secuencias que se derivan de la familia Spin Eco utilizadas en RM?	13	3	81	19
	TOTAL	41	7	256	44
	TOTAL X%			85	15
				$x\% = \frac{\sum xi\%}{n}$	

**Aplicando la formula.**

$$\text{SI} = x\% = \frac{\sum xi\%}{n} \quad x\% = \frac{256}{3} \quad x\% = 85$$

$$\text{NO} = x\% = \frac{\sum xi\%}{n} \quad x\% = \frac{44}{3} \quad x\% = 15$$

De acuerdo con los resultados sobre el desarrollo de Protocolos estándar de RM en las diferentes regiones del cuerpo humano obtenida en el Área de Resonancia Magnética en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, la frecuencia porcentual de los datos fue de 85%, por lo tanto se verifica que el porcentaje resultante es mayor al 70%, por lo que se determina que el supuesto es viable.

**Supuesto 3.** La verificación de los parámetros necesarios para la realización de una exploración de Resonancia Magnética consiente una buena adquisición del estudio.

N°	Aspecto o pregunta	Alternativa		Porcentaje (100%)	
		SI	NO	SI	NO
12	¿Considera usted que es indispensable que el paciente se presente en ayuno de un mínimo de 4 horas, y con un examen de creatinina, para la realización de un estudio de Resonancia Magnética?	12	4	75	25
13	¿Considera usted que la colaboración del paciente influye al momento de adquirir un estudio de RM?	16	0	100	0
14	¿Considera importante la orientación con respecto a la zona del dolor que el paciente expresa?	10	6	62	38
15	¿Considera usted que la información del paciente obtenida a través del cuestionario firmado es de vital importancia para de la exploración de RM?	16	0	100	0
	TOTAL	54	10	337	63
	TOTAL X%			84	16
				$x\% = \frac{\sum xi\%}{n}$	

**Aplicando la formula.**

$$\text{SI} = x\% = \frac{\sum xi\%}{n} \quad x\% = \frac{337}{4} \quad x\% = 84$$

$$\text{NO} = x\% = \frac{\sum xi\%}{n} \quad x\% = \frac{63}{4} \quad x\% = 16$$

De acuerdo con los resultados sobre el desarrollo de Protocolos estándar de RM en las diferentes regiones del cuerpo humano obtenida en el Área de Resonancia Magnética en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, la frecuencia porcentual de los datos fue de 84%, por lo tanto se verifica que el porcentaje resultante es mayor al 70%, por lo que se determina que el supuesto es viable.

**Supuesto 4.** Las diferentes regiones del cuerpo humano a explorar en los protocolos estándar necesitan diferentes secuencias de adquisición de imágenes para resaltar las diferentes densidades que ayudan a evaluar alguna patología.

N°	Aspecto o pregunta	Alternativa		Porcentaje (100%)	
		SI	NO	SI	NO
16	¿Conoce las secuencias utilizadas en los protocolos estándar de Resonancia Magnética?	15	1	94	6
17	¿Desarrolla con seguridad cada uno de los protocolos estándar para cada una de las regiones del cuerpo humano?	14	2	88	12
18	¿Sabe identificar la composición de las diferentes densidades observadas en las diversas regiones anatómicas que son sometidas a una exploración de RM?	15	1	94	6
	TOTAL	44	4	275	25
	TOTAL X%			92	8
				$x\% = \frac{\sum xi\%}{n}$	

**Aplicando la formula.**

$$\text{SI} = x\% = \frac{\sum xi\%}{n} \quad x\% = \frac{275}{3} \quad x\% = 92$$

$$\text{NO} = x\% = \frac{\sum xi\%}{n} \quad x\% = \frac{25}{3} \quad x\% = 8$$

De acuerdo con los resultados sobre el desarrollo de Protocolos estándar de RM en las diferentes regiones del cuerpo humano obtenida en el Área de Resonancia Magnética en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, la frecuencia porcentual de los datos fue de 92%, por lo tanto se verifica que el porcentaje resultante es mayor al 70%, por lo que se determina que el supuesto es viable.

**Supuesto 5.** La teoría impartida en Resonancia Magnética es una base sólida para que el estudiante pueda identificar los primeros pasos en estudios de esta área.

N°	Aspecto o pregunta	Alternativa		Porcentaje (100%)	
		SI	NO	SI	NO
19	¿Durante su formación académica recibió información acerca de la historia de la Resonancia Magnética?	16	0	100	0
20	¿Considera usted que las definiciones recibidas en el componente teórico de RM fueron suficientes para el aprendizaje en esta área?	4	12	25	75
21	¿En su opinión, las secuencias y protocolos recibidos durante su formación académica fue lo necesario para el aprendizaje total del área?	4	12	25	75
TOTAL		24	24	150	150
TOTAL X%				50	50
		$x\% = \frac{\sum xi\%}{n}$			

**Aplicando la formula.**

$$\text{SI} = x\% = \frac{\sum xi\%}{n} \quad x\% = \frac{150}{3} \quad x\% = 50$$

$$\text{NO} = x\% = \frac{\sum xi\%}{n} \quad x\% = \frac{150}{3} \quad x\% = 50$$

De acuerdo con los resultados sobre el desarrollo de Protocolos estándar de RM en las diferentes regiones del cuerpo humano obtenida en el Área de Resonancia Magnética en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, la frecuencia porcentual de los datos fue de 50%, por lo tanto se verifica que el porcentaje resultante es menor al 70%, por lo que se determina que el supuesto no es viable.

**Supuesto 6.** Las rotaciones hospitalarias permiten que el estudiante ponga en marcha lo aprendido y aclare dudas acerca de los protocolos estándar.

N°	Aspecto o pregunta	Alternativa		Porcentaje (100%)	
		SI	NO	SI	NO
22	¿Durante su formación académica realizo su rotación hospitalaria en el área de Resonancia Magnética?	2	14	12	88
23	¿Considera que su experiencia en el Área de RM la obtuvo en su totalidad de las horas diarias de práctica hospitalaria?	0	16	0	100
24	¿Considera usted que se debería de ampliar el tiempo de rotación hospitalaria en el área de RM?	16	0	100	0
TOTAL		18	30	112	188
TOTAL X%				37	63
		$x\% = \frac{\sum xi\%}{n}$			

**Aplicando la formula.**

$$\text{SI} = x\% = \frac{\sum xi\%}{n} \quad x\% = \frac{112}{3} \quad x\% = 37$$

$$\text{NO} = x\% = \frac{\sum xi\%}{n} \quad x\% = \frac{188}{3} \quad x\% = 63$$

De acuerdo con los resultados sobre el desarrollo de Protocolos estándar de RM en las diferentes regiones del cuerpo humano obtenida en el Área de Resonancia Magnética en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, la frecuencia porcentual de los datos fue de 37%, por lo tanto se verifica que el porcentaje resultante es menor al 70%, por lo que se determina que el supuesto no es viable.

# **CAPITULO VI**

## 6.1 CONCLUSIONES

Con lo descrito anteriormente el grupo investigador concluye lo siguiente:

- Los Profesionales en Radiología e Imágenes que laboran en el Área de Resonancia Magnética, conocen cada uno de los componentes que se necesitan a la hora de realizar un protocolo estándar, identificando cada una de las funciones que estos elementos aportan en cada exploración. En el área se desarrollan los protocolos según la teoría consultada teniendo en cuenta que las variaciones que se tienen dependen del Médico radiólogo que solicita el estudio y la patología de cada paciente. Al mismo tiempo carecen de las antenas internas, endocavitarias o endorrectales que son antenas de superficie, de tamaño reducido, diseñadas específicamente para realizar estudios de próstata, cuello uterino y colon.
- Los Profesionales en Radiología e Imágenes que laboran en el Área de Resonancia Magnética en el Hospital General de Instituto Salvadoreño del Seguro Social, conocen acerca de las secuencias de las grandes familias y sus ramificaciones, así también diferencian el contraste tisular que se obtiene en cada imagen. Sin embargo un porcentaje de estos Profesionales distinguen las secuencias que se utilizan en un protocolo de RM pero desconoce de qué familia de secuencias se derivan.
- Los Profesionales en Radiología e Imágenes que laboran en el Área de Resonancia Magnética en el Hospital General de Instituto Salvadoreño del Seguro Social, son conscientes de la importancia que conlleva el ayuno del paciente, los valores de creatinina previos al estudio como la orientación para la colocación de la antena sobre la zona del dolor, sin embargo algunos Profesionales por experiencia, por falta de conocimiento patológico o por exceso confianza deciden omitir este dato, la colaboración del paciente al igual que la información proporcionada por este a través del cuestionario es de conocimiento de los encargados de la exploración es

chequeada, corroborada y explicada antes de entrar al paciente en la sala del resonador.

- Durante la realización de los protocolos en RM, existe una variedad de secuencias fundamentales para la adquisición de imágenes diagnósticas, el Profesional en Radiología e Imágenes que labora en el Área de Resonancia Magnética tiene la responsabilidad de conocer cada una de ellas junto a su funcionamiento para optimizar cada protocolo que se realiza en este hospital, aunque existe un grupo de Profesionales que no las conocen ni saben de su función limitando así muchos estudios y alargando el tiempo de exploración .
- El componente teórico, es una base fundamental para la formación de nuevos Profesionales en el rubro de la Radiología, pero esta base teórica no se alcanza a comprender en su totalidad no porque el componente sea incompleto, sino que se debe al corto tiempo que se le distribuye a la materia para que los Profesionales en formación aprendan todo acerca del área.
- La práctica hospitalaria es un escalón importante en la formación de Profesionales que laboraran en el área de RM, pero debido a la demanda de estudiantes que existe y al poco acceso a estas áreas especializadas, la práctica se vuelve limitada dejando fuera a muchos estudiantes de su rotación en RM, obteniendo cierta desventaja sobre los que alcanzan a experimentar su rotación en el área, generando un desinterés para aprender llegando muchas veces a laborar en este espacio sin los elementos fundamentales y la experiencia suficiente para desempeñarse correctamente los procesos en esta área de imagenología.

## 6.2 RECOMENDACIONES

El grupo investigador recomienda lo siguiente:

- Se recomienda tener a los profesionales del área de resonancia magnética en constantes capacitaciones para que esto contribuya al enriquecimiento de conocimientos y teorías que se encuentran renovándose con el paso del tiempo en dicha especialidad, esto ayudara a mejorar la aplicación de los protocolos estándar ya sea que estos presente o no variaciones, por lo tanto se debe de contar con las diversas antenas de adquisición de imágenes para que las exploraciones reciban la señal adecuada según la región a evaluar.
- A la jefatura que es necesario regenerar estrategias de enseñanza y aprendizaje para reforzar la información necesaria de las principales secuencias de adquisición de imágenes y sus clasificaciones ya que estas son las que aportan las diferentes escala de contraste, dentro de este proceso se sugiere tomar en cuenta a todos aquellos profesionales que realizan jornadas eventuales de trabajo para que a la hora que se desempeñen en plazas permanentes dominen cada parámetro de dichas familias.
- Que se verifique con mucha cautela cada interrogante del formulario completado por el paciente ya que esto ayuda a dirigir cada exploración y realizar con eficiencia cada paso que requieren dicho estudio como el posicionamiento y cada uno de los valores de los exámenes que debe presentar el paciente, no se deben subestimar el orden en que se realiza antes, durante o después del examen de RM ni dejar que la cotidianidad haga a un lado información relevante.
- A los profesionales que se motiven a profundizar en cada una de las secuencias utilizadas en las exploraciones de las diferentes regiones del cuerpo para que esto les proporcione el contrastes adecuado al médico Radiólogo y de esta manera formulen un diagnóstico certero y oportuno sin repeticiones de estudios por secuencias incompletas debido a desinformación del profesional.

- A la coordinación que se renueven las estrategias pedagógicas ya que se ha observado que la especialidad de RM es muy amplia y compleja, para ser recibida y comprendida en periodos cortos de Horas clases, también se requiere que lleven de la mano la teoría y la práctica para que el aprendizaje sea óptimo y se mantenga el interés del futuro profesional en el área incrementando su oportunidad laboral ya sea en el sector público o privado.
- A las entidades encargadas de las rotaciones hospitalarias que se generen planificaciones detalladas para la distribución de las rotaciones para que todos los futuros Profesionales tengan la oportunidad de experimentar el Área de la Resonancia Magnética, y de ser posible ampliar el tiempo de la práctica para que todos estos adquieran experiencia y sintetizen sus conocimientos, aclaren dudas y refinan técnicas.

## FUENTES DE INFORMACION

Eloy Calvo Pérez, año 2016, Resonancia Magnética Nuclear: Diccionario ilustrado de términos imprescindibles, págs. 6-9

Eloy Calvo Pérez, año 2016, Resonancia Magnética Nuclear: Diccionario ilustrado de términos imprescindibles, págs. 17-18

Eloy Calvo Pérez, año 2016, Resonancia Magnética Nuclear: Diccionario ilustrado de términos imprescindibles, pág. 19.

J. Costa y J. A. Soria, Resonancia Magnética dirigida a Técnicos Superiores en Imagen para el Diagnostico Medico, El Sevier España 2015, Capitulo 2, pág. 13.

J. Costa y J. A. Soria, Resonancia Magnética dirigida a Técnicos Superiores en Imagen para el Diagnostico Medico, El Sevier España 2015, Capitulo 6, pág. 55.

J. Costa y J. A. Soria, Resonancia Magnética dirigida a Técnicos Superiores en Imagen para el Diagnostico Medico, El Sevier España 2015, Capitulo 6, págs.55-67.

J. Costa y J. A. Soria, Resonancia Magnética dirigida a Técnicos Superiores en Imagen para el Diagnostico Medico, El Sevier España 2015, Capitulo 6, pág. 67

J. Costa y J. A. Soria, Resonancia Magnética dirigida a Técnicos Superiores en Imagen para el Diagnostico Medico, El Sevier España 2015, Capitulo 11, pág. 144.

Alberto Mallo, Importancia de la resonancia magnética en la planificación de la cirugía oncológica, Pág. 1, 18-05-18, En línea en: [http://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsarchivos/resonancia\\_magn\\_tica\\_agos\\_14.pdf](http://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsarchivos/resonancia_magn_tica_agos_14.pdf)

El artículo “Una ventana abierta a la curación de la mente y el cuerpo: El desarrollo de la resonancia magnética” ha sido elaborado por la escritora científica Roberta Conlan, con la colaboración de los Drs. Richard Ernst, Erwin L. Hahn, Daniel Kleppner, Alfred G. Redfield, Charles Slichter, Robert G. Shulman y Sir Peter Mansfield para **Beyond**

**Discoveryâ: The Path from Research to Human Benefit** [Más allá del descubrimiento: el camino desde la investigación hasta el beneficio humano], un proyecto de la National Academy of Sciences (Academia Nacional de las Ciencias) de Estados Unidos. En línea: <http://www7.nationalacademies.org/spanishbeyonddiscovery/EI%20desarrollo%20de%20la%20resonancia%20magn%C3%A9tica.html>

Intriago Diana, Implementación de un manual técnico de protocolos en resonancia magnética, hospital José Carrasco Arteaga, cuenca febrero - julio 2012. cuenca – ecuador, págs. 15-19, 22.05.18, En Línea: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3812/1/TECI03.pdf>

Javier Lafuente Martínez y Luis Hernández moreno, técnica de la imagen por resonancia magnética, Pág. 26, en línea en: <http://www.serme.es/wp-content/uploads/2016/05/capitulo1p.pdf>.

Johana Paola Corredor Díaz, Optimización de protocolos de imágenes en resonancia magnética de cerebro del hospital departamental de Villavicencio, pág. 27,30, en línea en: <http://bdigital.unal.edu.co/56990/1/46379160.2016.pdf>.

Program de Radiología. blogspot, Resonancia Magnética, lunes, 24 de septiembre de 2012, en línea: <http://programaderadiologia.blogspot.com/2012/09/resonancia-magnetica.html>.

# **ANEXOS**



**ANEXO 1. CUESTIONARIO**

**Universidad del Salvador  
Facultad de Medicina  
Escuela de Tecnología Medicina  
Licenciatura en Radiología e Imágenes**

**Cuestionario Dirigido a:** Profesionales en Radiología e Imágenes, que laboran en el área de Resonancia Magnética del Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social.

**Objetivo:** Recolectar información acerca de los conocimientos de los Profesionales que laboran en el área de RM.

**Datos Generales:**

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: F  M

Nombre del investigador: \_\_\_\_\_

**Indicaciones:** Lea detenidamente las preguntas que se presentan a continuación y marque con una X la casilla correspondiente, según su criterio.

**A) Generalidades de la resonancia magnética.**

1. ¿Conoce la función de la jaula de Faraday en RM?

SI  NO

2. ¿Es de su conocimiento que el imán del resonador de 1.5 teslas de este hospital es superconductor?

SI  NO

3. ¿Conoce los planos x, y, z, dentro de los protocolos de Resonancia Magnética?

SI  NO

4. ¿Sabía usted que las antenas en RM son las encargadas de emitir y recibir ondas de radiofrecuencia en sincronización con los gradientes magnéticos?

SI  NO

5. ¿El equipo de RM cuenta con todos los tipos de antenas adecuadas para cada tipo de estudio?

SI  NO

6. ¿Considera usted que la sala de control de la RM es la adecuada para el desarrollo de un estudio en esta área?

SI  NO

7. ¿Considera usted que el correcto funcionamiento de la sala técnica influye de alguna manera en la adquisición de un estudio de RM?

SI  NO

8. ¿En su opinión el equipo de RM cuenta con los dispositivos de inmovilización necesarios para la comodidad del paciente al momento de la realización de los estudios?

SI  NO

9. ¿Puede distinguir entre una secuencia T1 y T2?

SI  NO

10. ¿Conoce las secuencias que se derivan de la familia Eco Gradiente utilizadas en RM?

SI  NO

11. ¿Conoce las secuencias que se derivan de la familia Spin Eco utilizadas en RM?

SI  NO

**A) Parámetros acerca de los protocolos estándar en resonancia magnética.**

12. ¿Considera usted que es indispensable que el paciente se presente en ayuno de un mínimo de 4 horas, y con un examen de creatinina, para la realización de un estudio de Resonancia Magnética?

SI  NO

13. ¿Considera usted que la colaboración del paciente influye al momento de adquirir un estudio de RM?

SI  NO

14. ¿Considera importante la orientación con respecto a la zona del dolor que el paciente expresa?

SI  NO

15. ¿Considera usted que la información del paciente obtenida a través del cuestionario firmado es de vital importancia para de la exploración de RM?

SI  NO

16. ¿Conoce las secuencias utilizadas en los protocolos estándar de Resonancia Magnética?

SI  NO

17. ¿Desarrolla con seguridad cada uno de los protocolos estándar para cada una de las regiones del cuerpo humano?

SI  NO

18. ¿Sabe identificar la composición de las diferentes densidades observadas en las diversas regiones anatómicas que son sometidas a una exploración de RM?

SI  NO

**B) Aplicación de protocolos, Bases teóricas y Prácticas.**

19. ¿Durante su formación académica recibió información acerca de la historia de la Resonancia Magnética?

SI  NO

20. ¿Considera usted que las definiciones recibidas en el componente teórico de RM fueron suficientes para el aprendizaje en esta área?

SI  NO

21. ¿En su opinión, las secuencias y protocolos recibidos durante su formación académica fue lo necesario para el aprendizaje total del área?

SI  NO

22. ¿Durante su formación académica realizó su rotación hospitalaria en el área de Resonancia Magnética?

SI  NO

23. ¿Considera que su experiencia en el Área de RM la obtuvo en su totalidad de las horas diarias de práctica hospitalaria?

SI  NO

24. ¿Considera usted que se debería de ampliar el tiempo de rotación hospitalaria en el área de RM?

SI  NO

## ANEXO 2. GUIA DE OBSERVACION



**Universidad del Salvador**  
**Facultad de Medicina**  
**Escuela de Tecnología Médica**  
**Licenciatura en Radiología e Imágenes**

**Guía de observación orientado a verificar** protocolos estándar en RM de las diferentes regiones del cuerpo humano, y su aplicación práctica en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social.

Tipo de estudio \_\_\_\_\_

ITEM A OBSERVAR	SI	NO
1. Advierte al personal externo al área acerca de los objetos que debe dejar fuera de la sala de resonancia magnética.		
2. Se preocupa por mantener objetos metálicos fuera de la sala de exploración de RM		
3. Conoce que el imán del resonador siempre está funcionando aunque no se esté realizando un estudio, por lo tanto, se mantiene cerrada la puerta de la sala de exploración		
4. Identifica los tres planos (sagital, axial y coronal) en un estudio de RM		
5. Utilizan las antenas correctas para cada tipo de estudio		
6. La sala de control cuenta con los aspectos necesarios para el desarrollo de un estudio de RM		
7. La calidad de imagen obtenida de la exploración de RM se ve afectada por el estado de la sala técnica.		
8. La resonancia magnética cuenta con los equipos de inmovilización necesarios para la comodidad del paciente al momento de la exploración.		
9. Puede distinguir entre una secuencia T1 y T2		

10. Reconoce las secuencias derivadas de la familia SE		
11. Reconoce las secuencias derivadas de la familia GE		
12. Toma en cuenta el ayuno y los valores de creatinina que presenta el paciente		
13. La colaboración del paciente influye al momento de adquirir un estudio de RM		
14. Le da importancia a la zona del dolor expresada por el paciente		
15. Presta especial cuidado a la información del paciente obtenida a través del cuestionario firmado		
16. Conoce las secuencias utilizadas en los protocolos estándar de RM		
17. Utiliza con confianza el protocolo estándar adecuado para cada una de las regiones del cuerpo humano		
18. Identifica la composición de las diferentes densidades observadas en las diversas regiones anatómicas en un estudio de RM.		
19. El componente teórico está siempre presente para el profesional encargado al momento de la realización de un estudio de RM		
20. El profesional a cargo realizó su rotación hospitalaria en el área de Resonancia Magnética durante su formación académica.		
21. La experiencia en el Área de RM la obtuvo de capacitaciones de parte de la institución		

**ANEXO 3. PROYECTO DE INTEVENCION**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA  
LICENCIATURA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES**



**Universidad de El Salvador**

*Hacia la libertad por la cultura*

**PROYECTO DE INTERVENCION.**

ENTREGA EDUCATIVA DE LA CLASIFICACION DE SECUENCIAS EN LAS EXPLORACIONES DE RESONANCIA MAGNETICA EN EL HOSPITAL GENERAL DEL INSTITUTO SALVADOREÑO DEL SEGURO SOCIAL.

**INTEGRANTES**

ALVARENGA DE VALLADARES CAMILA MICHELLE.....AP12021

LOPEZ LEIVA VERONICA EUNICE.....LL11046

SANDOVAL DE COLOCHO SUGEY ABIGAIL.....SF09031

**ASESOR**

LIC. JUAN CARLOS AGUILAR

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO DEL 2018.

**TEMA:**

“Entrega educativa de la clasificación de secuencias en las exploraciones de Resonancia Magnética en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social”

### **DESCRIPCIÓN DEL PLAN:**

El presente plan de intervención consta de tres fases las cuales se desarrollaran de la siguiente manera: la fase de planificación, en la cual se planteará de manera general el problema a intervenir y se justificarán las razones por las cuales se está realizando la intervención. La fase de ejecución la cual tendrá como objetivo implementar la propuesta que se planteará en este documento. En la fase de evaluación se discutirán los resultados de la intervención para confirmar si los objetivos se han cumplido y luego se presentará el resultado.

### **➤ FASES DEL PLAN DE INTERVENCIÓN:**

#### **FASE 1: PLANIFICACIÓN.**

En esta fase se crea la idea principal del plan de intervención y se elabora la propuesta, para que crear materiales informativos referentes a la clasificación de las secuencias de adquisición de imágenes en Resonancia Magnética para las diferentes regiones del cuerpo humano en el Hospital General Instituto Salvadoreño del Instituto Salvadoreño del Seguro Social

#### **FASE 2: EJECUCION**

En esta fase se entregara un tríptico y pegara un afiche en RM, con el fin de reforzar los conocimientos de los Profesionales que laboran en esta área, para una retroalimentación de la teoría con la que ellos cuentan.

#### **FASE 3: EVALUACION**

En esta fase estará presente cada una de las fases anteriores de la intervención ya que ayudará a revisar que el desarrollo del proyecto se realice sin inconvenientes, de esta manera se determinará si dicho plan fue viable para aplicarlo, tomando en cuenta los recursos con los que se cuenta para la realización de la misma, en el plan de intervención se

planteará al grupo de personas seleccionado, esperando que logre reducir vacíos de información existentes, para lograr obtener un impacto positivo con el fin de mejorar la atención del paciente.

### **BENEFICIARIOS:**

#### **Directos:**

Profesionales que laboran en el Área de Resonancia Magnética

#### **Indirectos:**

Futuros Profesionales en el Área de RM

Profesionales en Radiología e Imágenes que requieran laborar en hospitales donde se presta el servicio de Resonancia Magnética.

### **LOCALIZACIÓN:**

Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, Alameda Juan Pablo II, Final 25 Avenida Norte, San Salvador, El Salvador

### **JUSTIFICACIÓN.**

La presente propuesta de plan de intervención, se da a partir de la información recolectada acerca de los protocolos estándar en RM de las diferentes regiones del cuerpo humano que se aplican en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, se ha reconocido los resultados arrojados a través de la investigación sobre la problemática planteada, y esto ha servido para diseñar una propuesta que fortalecerá los conocimientos acerca de cada una de las secuencias de adquisición de imagen.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL:**

Definir un plan de intervención que permita el fortalecimiento de la clasificación de las secuencias que forman cada protocolo en Resonancia Magnética de las diferentes regiones del cuerpo humano.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Dar a conocer la información a través de un tríptico que contenga una breve descripción acerca de la clasificación de las secuencias adquisición.
- Realizar varios afiches con la información del tríptico y pegarla en ambas salas técnicas de RM, para que sirva de apoyo para los Profesionales en cualquier momento.

## **RECURSOS HUMANOS**

- Profesionales que laboran en Resonancia Magnética
- Grupo investigador.

de un pulso invertido de  $180^\circ$ , que revierte la magnetización de los tejidos en sentido antiparalelo. Nos permiten atenuar ciertos tejidos y resaltar otros.

#### **Secuencias eco de spin turbo y eco de spin rápida:**

En estas se reduce el tiempo de adquisición. Se aplica un ciclo de pulsos, primero de  $90^\circ$  seguido de múltiple pulsos de refase de  $180^\circ$  que producen múltiples señales de eco.

#### **Secuencia Gradiente Eco (GRE)**

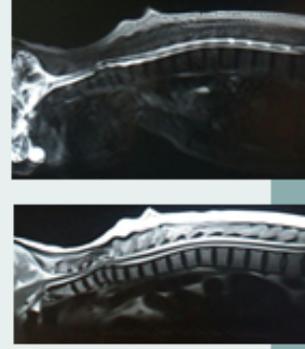
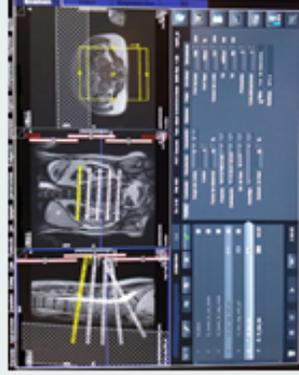
**Secuencia Gradiente Eco clásica:** En esta secuencia se usan pulsos de radiofrecuencia con ángulo de inclinación menor de  $90^\circ$  sustituyendo el pulso de  $180^\circ$ .

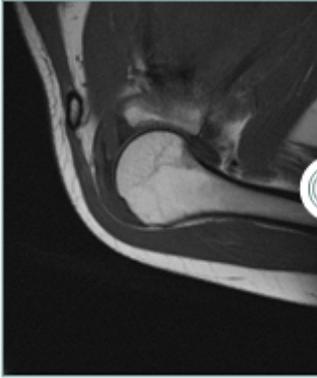
**Secuencia Gradiente Eco rápidas.** Este tipo de secuencias eliminan el componente transversal residual antes de enviar un nuevo pulso, quedando el componente longitudinal, por lo tanto las imágenes obtenidas estarán potenciadas básicamente en T1. De este tipo de secuencia se derivan las **Secuencias steady state coherentes**, dado que la magnetización transversal residual

**Densidad de protones (DP):** Densidad o cantidad de núcleos de hidrogeno (H) presentes en un voxel. Los tejidos que presentan una mayor densidad de núcleos de hidrogeno son el agua y la grasa. sistema musculoesquelético.



## LAS SECUENCIAS SE Y GE Y SU CLASIFICACION





## SECUENCIAS PARA LA ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

Las secuencias en RM son la combinación de pulsos de radiofrecuencia y gradientes de campo magnético aplicados en periodos de tiempo de forma ordenada y repetida. Los tejidos dan respuesta a estas secuencias, con señales que forman las imágenes diagnósticas.

Por tanto se clasifican en:

Grupo o familia Eco de Spin (SE): secuencias spin eco clásica, secuencia Inversión - Recuperación, secuencia eco de espín turbo y todas las variantes con pulsos de radiofrecuencias de  $90^\circ$  y/o  $180^\circ$ .

Grupo o Familia Eco de gradiente (GE): secuencias eco de gradiente clásicas, secuencias eco de gradiente rápida, coherentes e incoherentes, eco de gradiente rápida con preparación tisular, secuencias de imagen eco planar (EPI)

### Secuencias Spin Echo (SE)

**T<sub>1</sub>** (Magnetización longitudinal): Es el tiempo necesario para que los protones de hidrógeno que han sido rotados  $180^\circ$  fuera del campo magnético retornen a su plano

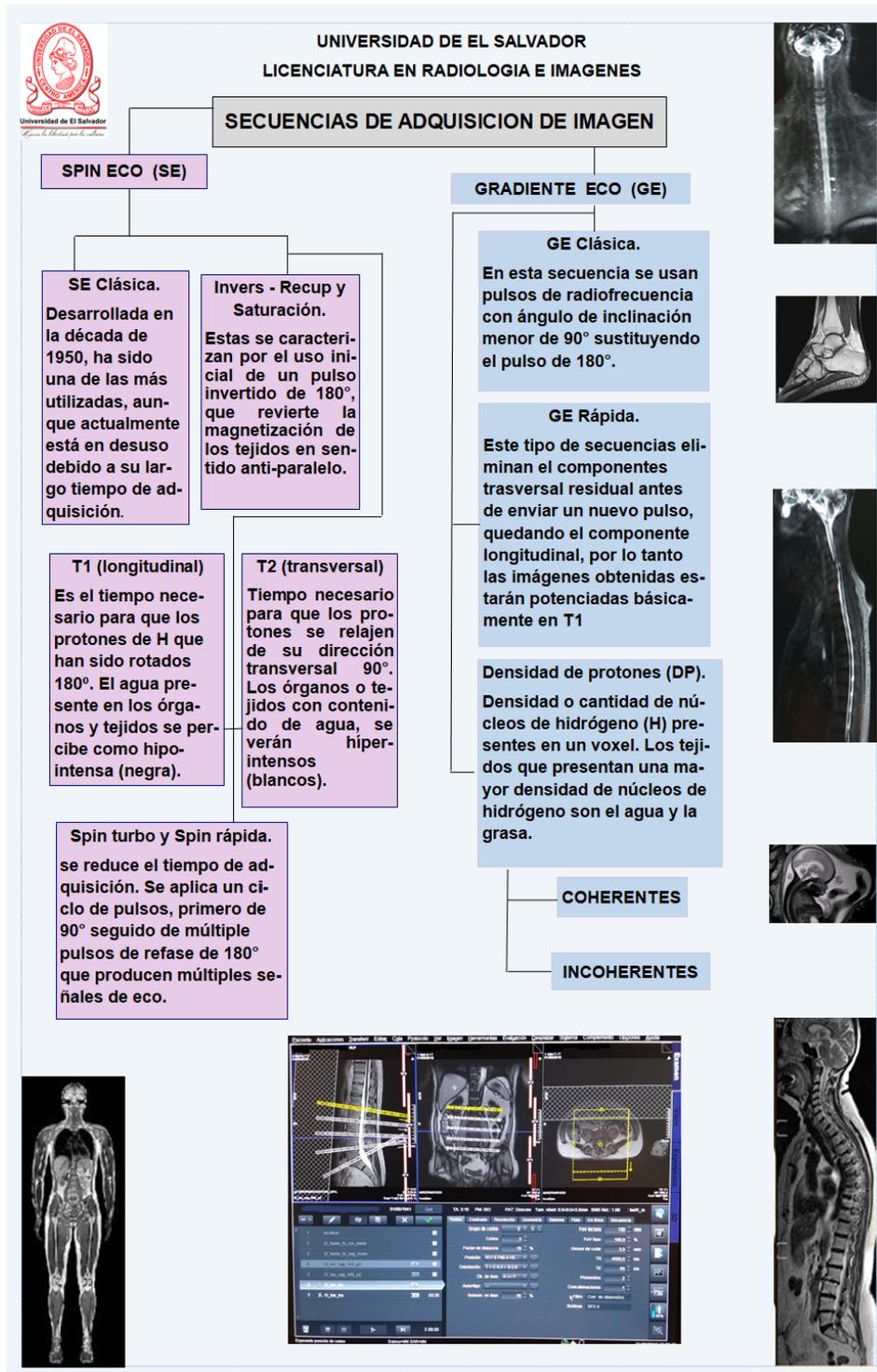
equilibrio (tiempo de relajación longitudinal), T<sub>1</sub> corto corresponde a una liberación rápida de energía. El agua presente en los órganos y tejidos se percibe como hipo-intensa (negra).

### T<sub>2</sub> (Magnetización

transversal): Es el tiempo necesario para que los protones se relajen de su dirección transversal  $90^\circ$  (Tiempo de relajación transversal). Por tanto, la RM está basada en la re-emisión de una señal absorbida de radiofrecuencia, mientras el paciente está dentro de un potente campo magnético.

**Inversión - Recuperación y saturación:** Estas se caracterizan por el uso inicial de un pulso invertido de  $180^\circ$ .

ANEXO 5. AFICHE



ANEXO 6. CRONOGRAMA

Actividad	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES															
	Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Sept.	
	S1	S2	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	
<b>Proyecto de investigación</b>																
-Tema																
-Objetivos																
-Planteamiento																
-Cronograma																
-Entrega																
<b>Capítulo 1</b>																
-Planteamiento del problema																
-Antecedentes																
-Situación problemática																
-Enunciado del problema																
-Objetivos																
-Justificación																
-Entrega.																
<b>Capítulo 2</b>																
-Marco teórico																
-Hipótesis																
-Entrega																
<b>Capítulo 3</b>																
-Diseño metodológico																
-Tipo de investigación																
-Área de estudio																
-Universo y muestra																
-Entrega																
<b>Informe final</b>																
<b>Capítulo 4</b>																
-Conclusiones y recomendaciones																
-Entrega																
-Exposición del trabajo																

• Las X significan las entregas de cada fase de la investigación.

**ANEXO 7. PRESUPUESTO**

<b>RECURSOS</b>			
<b>MATERIALES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
IMPRESIONES	1000	\$0.10	\$100
FASTENER	20	\$0.10	\$2
FOLDER	30	\$0.25	\$7.50
INTERNET	20 GB	\$25	\$25
ANILLADO	5	\$2.50	\$12.5
EMPASTADO	3	\$25	\$75
<b>TOTAL</b>			\$222