



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE
ESCUELA DE
POSTGRADO



E-Learning

Diploma Resonancia Magnética

Información General

Versión:	18 ^a (2025)
Modalidad:	E-Learning
Duración Total:	476 horas totales (380 asincrónicas, 96 sincrónicas).
Fecha de Inicio:	21 de julio de 2025
Fecha de Término:	16 de agosto de 2026
Vacantes*:	Mínimo 40, máximo 90 alumnos
Días y Horarios:	A distancia-actividades sincrónicas (videoconferencias): Sábados de 09:00 a 17:00 hrs. según calendario de actividades detalladas en el programa.
Arancel:	\$1.950.000.-
Dirigido a**:	Tecnólogos médicos con mención en radiología y física médica. Médicos, con interés en el área.

* La realización del programa está sujeta a la cantidad mínima de participantes.

** La definición de los destinatarios es de exclusiva responsabilidad del departamento que imparte este programa.

Descripción y Fundamentos

Desde fines del siglo XX, las imágenes médicas se han transformado en herramientas fundamentales para el diagnóstico, tanto el Ultrasonido (US) como la Tomografía Computada (TC) y la Resonancia Magnética (RM) modificaron la historia de las hipótesis diagnósticas.

Hoy en día, la necesidad de comprender los diferentes métodos de exploración por imágenes, trasciende incluso al ámbito de los profesionales que se desempeñan en dicha área, debido al creciente requerimiento de exámenes que permitan confirmar, descartar o fundamentar un diagnóstico en las diferentes áreas de la medicina.

En el caso de la resonancia magnética, el advenimiento de los tomógrafos por resonancia magnética con mayores potencias de campo magnético, el establecimiento de los equipos de 1.5T como estándar, la consolidación y disponibilidad de la técnica en equipos de 3T, el mayor desarrollo de los sistemas de gradientes y de recepción y tratamiento de la señal, junto con la gran cantidad de aplicaciones que son útiles en el quehacer clínico, han permitido acceder a imágenes seccionales de gran calidad, y con gran información del punto de vista anatómico, y funcional en algunos de los casos. La gran fortaleza de esta técnica es la información del entorno bioquímico de las secciones adquiridas, lo que genera una mayor información y, por ende, favorece un diagnóstico más certero.

Aún cuando, de manera global, el desarrollo tecnológico ha impactado positivamente en la calidad de los estudios efectuados mediante esta técnica, no menos cierto es el hecho de que este mismo avance implica la necesidad de comprender nuevas variables que inciden la ejecución de la técnica, la evaluación de las imágenes normales, patológicas y artefactuales, y la interpretación de éstas. El conocimiento adecuado de la física que rige a la técnica de RM, que es la base del conocimiento de la información bioquímica y funcional de las imágenes, la comprensión de las secuencias de pulso que constituirán los protocolos de adquisición de imágenes, el mantenimiento de las mejores condiciones en beneficio de una imagen de alta calidad imagenológica y el conocimiento de las técnicas disponibles en la actualidad, de rápido desarrollo y la mayoría de ellas exclusivas de esta técnica, impactará directamente en la potencialidad diagnóstica del estudio y en una relación costo/beneficio siempre favorable.

El Diploma de Resonancia Magnética se ha efectuado en Chile desde el año 2010 con 17 versiones, con más de 700 profesionales capacitados a lo largo de todo el país, lo que ha incidido positivamente en la optimización de la realización del examen y la mejora en la calidad del proceso completo el ámbito público y privado. Adicionalmente, en el año 2018 se realizó una exitosa versión de este diploma en la ciudad de Quito, Ecuador, evaluado positivamente por los concurrentes y por la Sociedad de Radiología de Quito, quienes actuaron como solicitantes de este programa.

Dentro de los contenidos que abarca el diploma se encuentran:

Principios físicos de la resonancia magnética


El conocimiento de la física que gobierna los principios de la resonancia magnética puede parecer excesivamente complejo en principio, difícil de enfocar y comprender. Es común entre los profesionales interesados en esta técnica, la impresión de que su conocimiento no impacta en la adquisición e interpretación de las imágenes. Sumado a esto, no existe un texto que guíe el estudio, compilando y resumiendo secuencialmente los conocimientos necesarios para la adquisición de esta competencia. La experiencia demuestra que el conocimiento de los principios físicos de la técnica de resonancia magnética, permite orientarse en tópicos que a primera vista pareciesen no incidir en la implementación de la técnica, la adquisición de las imágenes, la interpretación de las imágenes artefactuales, normales y de los signos semiológicos de la RM, el desarrollo de técnicas avanzadas de adquisición de información y la implementación de protocolos de estudio, pero al conocerlos, todo el proceso descrito anteriormente se favorece, facilitando además la interacción entre los distintos profesionales que convergen en esta técnica. Adicionalmente, se favorece la comprensión de las técnicas más sofisticadas que ofrece la RM, lo que mejora el rendimiento y la calidad de la interpretación de las imágenes, así como su aplicación.

Existen algunos conceptos de la mecánica clásica que deben ser repasados y reforzados, porque permiten describir y entender la naturaleza de la interacción de la materia con el medio físico relacionado con la resonancia magnética, y comprender su utilidad o interferencia con la técnica, así como hacer análogos ambos mundos físicos, el mecánico y el cuántico.

Permite la adquisición de un glosario y lenguaje común, que posibilita la transmisión y comprensión de conceptos por parte de todos los profesionales que interactúan dentro de una unidad de resonancia magnética, y con el resto del equipo que la conforma, así como también con los médicos de diferentes especialidades quienes son los prescriptores de los exámenes de RM y para quienes también esto constituye un conocimiento útil y valioso.

Son también conocidos los pitfalls de la técnica debida a artefactos y condiciones deficientes del estudio. Sin el conocimiento de la física de la RM es difícil reconocerlos, minimizarlos y considerar el hecho real de que puedan conducir a interpretaciones no acertadas.

Dentro de los temas importantes de esta área, también está el conocimiento de las secuencias de pulso, que son la base del trabajo clínico en resonancia magnética. Estas secuencias son abordadas desde el aspecto físico y operativo, con énfasis en su potencial diagnóstico y enfocadas en la elaboración posterior de protocolos y desarrollo de técnicas; desde las más sencillas a las más complejas desde un enfoque físico y de manejo práctico.



Finalmente, el conocimiento de la física de la RM permite adquirir el valor de la interpretación de la llamada “imagen bioquímica”, fundamental en la semiología imagenológica de esta técnica y base del posicionamiento de la resonancia magnética como la técnica con mayor resolución de contraste entre todas las técnicas de imágenes disponibles en la actualidad.

Imágenes en resonancia magnética


La complejidad de esta técnica también está dada en el manejo de las imágenes y sus parámetros de adquisición, dado a que se asemejan muy poco al resto de las técnicas imagenológicas y que nuevamente no existen textos de fácil acceso que resuman los temas más importantes relacionados con este tópico. Más complicado aún es el conocimiento de la reconstrucción de las imágenes obtenidas mediante resonancia magnética, las que son abordadas en forma sencilla, hasta el conocimiento del Espacio K, el espacio matemático donde residen las propiedades de la imagen obtenida mediante resonancia magnética.

Estos contenidos permiten introducir al conocimiento de secuencias de pulso más sofisticadas, las llamadas genéricamente como “secuencias especiales” que permiten aumentar el arsenal de secuencias disponibles para el trabajo clínico basado en esta técnica.

En este tema en particular se conocerán con detalle y con énfasis en su aplicación en el trabajo diario en resonancia magnética, los tópicos relacionados con algunas técnicas exclusivas a la resonancia magnética, como el desplazamiento químico y la transferencia de magnetización, entre otros; así como algunos métodos especiales de aceleración en la adquisición de imágenes (paralela y radial) y los factores que determinan la calidad de la imagen (matrices, resolución, relación entre el ruido y la señal y el contraste, etc.) Dado todo este campo temático, es importante conocer y organizar los distintos artefactos presentes, los que son muy poco abordados y poco rigurosamente explicados en la literatura disponible, siendo un tema vital para la ejecución de la técnica y la interpretación de las imágenes. Estos artefactos deben ser identificados, reconocidos y analizados, con el fin de poder asumirlos como parte de la técnica, minimizarlos y solucionarlos cuando sea posible, lo cual también será comprendido en la entrega de este tema.

Equipamiento en RM, bioseguridad y medios de contraste

Adicionalmente, la cantidad de contenidos abordados ya permite, y hace necesario, aclarar los tópicos de bioseguridad en el entorno de la resonancia magnética, ya que los riesgos asociados a esta técnica están asociados a la acción de parámetros físicos relacionados con los cuerpos y los pacientes, que interactúan con los componentes del equipamiento utilizado. Adicionalmente, este abordaje entrega la oportunidad y justificación de introducir el conocimiento del equipamiento utilizado en la resonancia magnética, caracterizando además los equipos, las instalaciones y las modificaciones en la técnica, así como la bioseguridad al utilizar altos campos magnéticos, especialmente campos de 3 Teslas de potencia.



Las condiciones de bioseguridad sufren algunas modificaciones que aumentan el riesgo de lesiones y secuelas de los pacientes sometidos a exámenes bajo sedación o anestesia, por lo que este tema también es abordado, debido a la alta disponibilidad de equipos y el establecimiento de la RM como una técnica diagnóstica que debe acceder a pacientes pediátricos, claustrofóbicos, pacientes de unidades críticas o con alteración de su estado de conciencia y/o agitación psicomotora. En este tema se abordan las condiciones del equipamiento utilizado en el procedimiento anestésico, así como las recomendaciones del personal de salud externo a una unidad de resonancia magnética para el trabajo seguro para ellos, los pacientes y demás miembros de un equipo de salud.

Ya establecida la bioseguridad como tema importante dentro de la aplicación de esta técnica, otro tópico relacionado con la bioseguridad es el uso de medio de contrastes en RM. Estos medios de contraste tienen un mecanismo de acción muy distinto a otros medios de contraste utilizados en imagenología, por lo que se es absolutamente necesario abordarlos, así como su farmacocinética, distribución, clasificación, describir su utilidad clínica, sus interacciones, las precauciones en su uso, y el riesgo más importante asociado a su uso: La fibrosis nefrogénica sistémica, tema de gran importancia a nivel nacional e internacional por sus connotaciones médico-legales asociadas a la praxis.

Técnicas especiales en resonancia magnética

Una de las fortalezas de estas técnicas es que posibilitan efectuar análisis cuantitativos, y la visualización de estructuras sin la administración de agentes exógenos a los pacientes. Estas técnicas exigen una comprensión de las secuencias y de la física, que en este punto del aprendizaje ya permite el conocimiento y la evaluación de la utilidad y condiciones que deben estar presentes para comprenderlas y aplicarlas. Las técnicas abordadas serán la espectroscopía por resonancia magnética, las imágenes potenciadas en difusión (DWI), la técnica de elastografía por RM, las técnicas de perfusión por RM (DSC, T1 y ASL), la técnica de RM funcional BOLD en sus 3 modalidades (diseño en bloques, evento related y resting state).

Estas técnicas en su conjunto permiten abordar aspectos interesantes de la patología que se presenta en el uso clínico de la resonancia magnética, y en muchos casos, no tienen un símil en ninguna de las otras técnicas imagenológicas actualmente disponibles. Esto permite enfocar y ampliar el rendimiento diagnóstico de la RM hacia aspectos que no podrían evaluarse mediante otros métodos de exploración por imágenes, y que por lo tanto hacen cada vez más importante el rol de la RM en el abordaje clínico de los pacientes que lo requieran, y en los cuales la ejecución de estas técnicas especiales está indicada por su patología. El marco teórico acumulado hasta este punto permite comprender e internalizar el concepto de la imagen de RM abordada como imagen bioquímica, funcional y con la creciente posibilidad de aportar información cuantitativa.

Resonancia magnética en neurología

Se abordará el estudio mediante RM del encéfalo y columna, tanto el contenido, como el continente. Para comenzar es necesario conocer y comprender la instrumentación requerida para acceder a estas regiones anatómicas, el uso de las secuencias de pulso y técnicas útiles, los artefactos presentes y la configuración de protocolos de estudio clínicos de acuerdo a patología y a las estructuras de interés. También se correlacionará la imagen normal y la patología mediante actividades diseñadas con ese fin, tales como el análisis de casos clínicos y la descripción de hallazgos patológicos y signos imagenológicos asociados a las técnicas relacionadas con las secuencias de adquisición utilizadas.

En el estudio del neuroeje también se abordará la aplicación de técnicas complementarias, algunas de ellas cuantitativas y multiparamétricas, que complementan el estudio bioquímico y anatómico con información funcional y fisiológica.


Adicionalmente en este tema se abordarán las técnicas de angiografía por RM aplicadas a las neuroimágenes, tanto inflow, como con administración de medio de contraste paramagnético (ceMRA) sin y con resolución temporal (ceMRA 4D), y las técnicas de cuantificación de flujo.

Resonancia magnética de abdomen y pelvis

En este punto del aprendizaje de la resonancia magnética, ya es posible sintetizar los conocimientos en su aplicación clínica, la cual será abordada sistematizando las regiones de estudio. Para comenzar es necesario conocer y comprender el equipamiento requerido para acceder a estas regiones anatómicas, el uso de las secuencias de pulso útiles, los artefactos presentes y la configuración de protocolos de estudio clínicos de acuerdo a patología y órganos de interés, con énfasis en los estudios multiparamétricos actualmente disponibles (hígado, próstata y vejiga). También se correlacionará la imagen normal y la patología mediante actividades diseñadas con ese fin, tales como el análisis de casos clínicos y la descripción de hallazgos patológicos y la semiología imagenológica de la RM en relación a las secuencias de adquisición utilizadas. La aproximación moderna de algunas patologías hepáticas y pelvianas es de tipo multiparamétrico y cuantitativo. Estas técnicas también serán abordadas en el desarrollo de este tema.

Resonancia magnética torácica

Se estudiará la región topográfica del tórax, específicamente el corazón, grandes vasos, mediastino y la mama. Al igual que en los segmentos anteriores es necesario conocer y comprender la instrumentación requerida para acceder a estas estructuras y regiones anatómicas, el uso de las secuencias de pulso útiles, los artefactos presentes y la configuración de protocolos de estudio clínicos de acuerdo a la patología y al órgano o región de interés. También se correlacionará la imagen normal y la patología mediante actividades diseñadas con ese fin. En esta región se hace un especial énfasis en el estudio de las técnicas sofisticadas de adquisición de las imágenes cardíacas y mamarias, así como los protocolos de



estudios dirigidos a la patología cardíaca, las estrategias de gatillado, los artefactos exclusivos de esta técnica en particular, el estudio de los grandes vasos torácicos y de la mama, en la pesquisa y seguimiento de la patología mamaria, así como de los implantes mamarios, con énfasis en el abordaje multiparamétrico tanto del corazón como en la mama.

Resonancia magnética músculoesquelética

Se abordarán las generalidades de RM del sistema musculoesquelético. Dada la extensión de estas estructuras, así como de los diversos tamaños y formas de las estas, se hace necesario conocer y comprender el equipamiento y hardware requerido para acceder a estas regiones, el uso de las secuencias de pulso útiles, los artefactos presentes y la configuración de protocolos de estudio clínicos de acuerdo a patología a las estructuras y regiones de interés. También se correlacionará la imagen normal y la patología mediante análisis de casos clínicos y la descripción de hallazgos patológicos asociados a las secuencias de adquisición utilizadas.

Certificación

Facultad de Medicina de la Universidad de Chile.

- **Unidades Académicas Responsables:**
 - Departamento de Radiología.
 - Departamento de Tecnología Médica.

Propósito Formativo

Una vez aprobado el diploma, el profesional estará habilitado para evaluar los distintos elementos que intervienen en el diagnóstico de patologías neurológicas, musculoesqueléticas, abdominopelvianas y torácicas mediante resonancia magnética, analizando los fundamentos físicos que rigen la resonancia magnética que inciden en la calidad de la imagen y su influencia en la capacidad diagnóstica de un estudio, que proporciona información anatómica y bioquímica de los órganos y de las regiones evaluadas; argumentando la administración de medios de contraste, considerando las propiedades físico-químicas y farmacocinéticas, los factores de riesgo asociados y las posibles reacciones adversas, y comprendiendo la importancia de realizar un screening de la función renal como estrategia clave para prevenir efectos adversos, especialmente en la Fibrosis Nefrogénica Sistémica (FNS).

Así también, podrá valorar diferentes opciones de equipamiento e insumos asociados, de acuerdo al contexto de salud local.

Contenidos

Módulo 1:

Principios físicos de resonancia magnética.

- Concepto de espín electrónico.
- Concepto de espín nuclear.
- Propiedades del espín magnético.
- Apantallamiento magnético y desplazamiento químico.

- Electromagnetismo e inducción electromagnética.
- Efecto Meissner y superconducción.
- Propiedades magnéticas de la materia.
 - Conceptos de diamagnetismo, paramagnetismo y ferromagnetismo.
 - Interacción de la materia con campos magnéticos externos.

- Magnetos (tipos, familias, características).
 - Características del campo magnético principal.

- Gradientes magnéticos (características).
 - Conceptos de Slew rate, Rise Time, Gmax y Duty Cycle.

- Ondas de radiofrecuencia (Campo RF o Campo B1).
 - Características generales.
 - Características físicas, efectos de un campo de RF, concepto de SAR (Specific Absorption Rate).

- Componentes de un resonador permanente.
- Componentes de un resonador superconductorio.
- Características comparativas de los tipos de resonadores.

- Equilibrio termodinámico de Boltzmann dentro y fuera de un magneto.
- Estados energéticos asociados al equilibrio magnético.
 - Características y concepto de M_z .
 - Concepto de fase de los espines.
 - Características y concepto de M_{xy} .
 - Excitación nuclear por pulsos de RF.
 - Concepto de Flip Angle.
 - Características físicas del estado excitado.
 - Selección del plano tomográfico.
 - Influencia de los gradientes magnéticos en el proceso de excitación nuclear.

- Análisis de la relajación nuclear en base a M_z y M_{xy} .
 - Concepto de T_1 , T_2 y T_2^* .
 - Caracterización física y matemática.
 - Interacción dipolo-dipolo y tiempo de correlación.
 - Influencia de los gradientes magnéticos en el proceso de excitación nuclear.
- Potenciación de la imagen en base a las curvas T_1 y T_2 .
 - Concepto de TR y TE.
 - Contraste T_1 , T_2 y DP.
- Características bioquímicas del contraste.
 - Interpretación de las intensidades de señal.
 - Manipulación del contraste.
- Concepto de secuencia de pulso.
 - Secuencias clásicas (Spin Eco, TSE, Gradiente Eco).
- Técnica de inversión recuperación.
 - Secuencias STIR y FLAIR.

Módulo 2:

Imágenes en resonancia magnética.

- Digitalización de señales.
- Transformada de Fourier.
 - Características y modalidades.
- Características, apariencia y propiedades del Espacio K.
- Reconstrucción de imágenes digitales.
- Gradientes de codificación de corte (G_z), fase (G_y) y frecuencia (G_x).
 - Características de la codificación mediante gradientes magnéticos.
 - Llenado del Espacio K (trayectorias).
- Propiedades del llenado del Espacio K.
 - Half Fourier, Eco fraccionado, Zero Filling, Key-Hole.
- Esquema de una secuencia de RM.
- Modo de adquisición 2D y 3D.
- Estado estacionario (Steady State).
- Características físicas y propiedades.
 - Secuencias basadas en el estado estacionario (coherente e incoherente).
 - Secuencias rápidas basadas en Spin Eco (HASTE y segmentadas).
 - Secuencias de gradiente ultrarrápidas (EPI y Turbogradiente).

- Desplazamiento químico (Chemical Shift de 1er y 2º Orden).
- Métodos de supresión espectral de la grasa.
 - Métodos CHESS (Chemical Shift Selective): Fat-Sat, SPIR, SPAIR, Water excitation.
 - Supresión espectral del agua.
 - Fenómeno de cancelación de fase en imágenes GRE.
 - Imágenes dentro y en fase opuesta y método de Dixon multipunto.
- Transferencia de magnetización.
- Artefactos derivados de la técnica.
 - Aliasing-wraparound.
 - Ghosting de técnica paralela y de la técnica TSE.
 - Artefacto de Gibbs.
 - Artefacto de Crosstalking y excitación cruzada.
 - Artefactos derivados de las RF (Ruido, Zipper, etc).
- Artefactos derivados del paciente.
 - Artefactos de movimiento y respiratorio.
 - Artefactos de flujo.
 - Artefacto de susceptibilidad magnética.
- Artefactos derivados del hardware.
 - Artefacto de Spikes.
 - Eddy Currents.
 - Artefacto de no linealidad.
- Artefactos misceláneos.
 - Anefact.
 - Blurring TSE.
 - J-Coupling anómalo.
 - Artefacto de imagen paralela (Hot lips artifact).

Módulo 3:

Equipamiento en RM, bioseguridad y medios de contraste.

- Equipamiento de anestesiología en RM.
 - Principales características.

Procedimientos habituales en RM.

- Procedimientos más comunes.
- Condiciones del paciente.
- Principales riesgos.
- Componentes de un resonador permanente.
- Componentes de un resonador superconductor.

- Características comparativas de los tipos de resonadores.
- Características de las instalaciones.
- Diseño básico de un site de RM.
- Riesgos asociados a la técnica de RM.
 - Riesgos derivados del campo magnético principal.
 - Riesgos derivados de las gradientes.
 - Riesgos derivados del campo B1.
 - Riesgos derivados del sistema de criogenia.
 - Abordaje de la técnica en pacientes portadores de dispositivos implantables compatibles con RM.
 - Cuestionario tipo de RM.
- Conversión Análogo Digital de la señal, Dwell Time, ΔT s y rBW.
- Resolución espacial y matrices.
- Dirección de Fase y Frecuencia.
- FOV Fase y Frecuencia.
- Porcentaje de scan y Rectangular FOV.
- Relación Señal-Ruido (SNR) y Contraste-Ruido (CNR).
- Técnica de imagen paralela.
 - Método basado en la imagen.
 - Método basado en el Espacio K.
- Técnicas de adquisición radial del espacio K.
- Farmacocinética de los medios de contraste paramagnéticos.
 - Mecanismo de acción.
 - Tipos de medios de contraste.
 - Utilidad e indicaciones.
 - Métodos de administración y dosis.
 - Medios de contraste hepatoespecíficos (Primovist®).
 - Evidencia del efecto acumulativo pediátrico.
 - Regulación FDA y ESUR.
- Contraindicaciones y efectos adversos.
 - Hipersensibilidad.
 - Efecto sobre exámenes de laboratorio.
 - Recomendaciones en lactantes, infantes, embarazo y lactancia.
- Fibrosis nefrogénica sistémica:
 - Incidencia y patogenia.
 - Factores predisponentes y población susceptible.
 - Cuadro clínico.
 - Screening renal: Encuesta y laboratorio.
 - Regulación existente.

- Medios de contraste basados en Mn.
- Medios de contraste basados en óxido de hierro (SPIOs, USPIOs).
- Farmacocinética de los medios de contraste superparamagnéticos.
 - Mecanismo de acción.
 - Tolerancia.
 - Utilidad e indicaciones.
 - Contraindicaciones y efectos adversos.

Módulo 4: **Técnicas especiales en resonancia magnética.**

- Fundamentos físicos de la espectroscopía mediante RM.
 - Apantallamiento magnético.
 - Desplazamiento químico.
 - Técnica de espectroscopía.
 - Técnica Single Vóxel.
 - Técnica Multi Vóxel y CSI.
 - Parámetros que inciden en el rendimiento de la técnica.
 - Obtención de un espectro.
 - Análisis de metabolitos cerebrales.
 - Espectroscopía no orientada a cerebro (músculo, próstata y mama).
 - Aplicaciones e indicaciones.
 - Limitaciones y estado del arte de la técnica.
- Física de la difusión molecular y técnica de difusión libre del agua.
 - Isotropía y anisotropía de la difusión.
 - Técnica de Stejskal-Tanner.
 - Efecto T2* Shine Through.
 - Concepto de IVIM y ADC.
 - ADC Blackout.
 - Cuantificación del ADC.
 - Aplicaciones en cuerpo (DWIBS) y patología musculoesquelética.
 - Fracción de anisotropía, color encoded mapping y Diffusion Tensor Imaging (DTI).
 - Aplicaciones en neurorradiología.
 - Modelos de difusividad (mono y biexponencial).
- Física y técnica de la perfusión por RM.
 - Concepto de perfusión y circulación.
 - Perfusión T1 y T2* (DSC).
 - Perfusión ASL.
 - Secuencias útiles para evaluar perfusión.
 - Parámetros de TTP, MTT, CBV, CBF, relativos y absolutos.
 - Evaluación de la perfusión mediante el análisis cuantitativo de parámetros.
 - Aplicaciones en neurorradiología y en otras localizaciones.

- Resonancia magnética funcional.
- Efecto BOLD.
- Acoplamiento BOLD con la actividad cortical.

- Técnica de RM funcional:
 - Secuencias.
 - Equipamiento.

- Modalidades:
 - Bloques.
 - Event Related.
 - Resting State.

- Post-proceso de imágenes (software, parámetros) e interpretación.
- Paradigmas más importantes.
- Indicaciones y aplicaciones.

- Angiografía por RM.
- AngioRM TOF (Time Of Flight) 2D y 3D.
- AngioRM por Contraste de fases PCA (Phase Contrast) 2D y 3D.
 - Secuencias utilizadas.
 - Uso de gradientes para diferenciar fase de espines estacionarios y móviles.
 - Concepto de Velocity encoding.

- Optimización de las técnicas In-Flow.
- Aplicaciones de las técnicas In-Flow.

- Técnicas sin contraste gatilladas por ECG.
 - Técnica NATIVE y CENTRA.
 - Técnicas basadas en intervalo QISS.

- AngioRM con medio de contraste paramagnético (ceMRA).
 - Secuencias de pulso utilizadas.
 - Dinámica del bolo.
 - Gatillado manual y automático.

- Propiedades del Espacio K utilizadas.
 - Manipulación del Espacio K.
- Técnica Time-Resolved o 4D trak.

- Modificación de la técnica angiográfica inflow para cuantificación de flujo.
 - Parámetros de utilización.
 - Software de cuantificación.

- Técnica de elastografía por RM.
 - Definición de stiffness.
 - Procedimiento estándar de la elastografía por RM.

- Módulo de Young.
- Fibrosis hepática asociada a hepatopatía.
- Técnica de Elastografía hepática.
- Instrumentación para Elastografía hepática.
- Características del set de imágenes obtenidas a través de la técnica.
- Optimización de la técnica.
- Control de calidad.
- Revisión del trabajo clínico en elastografía.

Módulo 5:

Resonancia magnética neurológica: Anatomía, patología y protocolo.

- Aspectos generales en neuroanatomía.
- Anatomía encefálica y de cara.
- Anatomía del troncoencefalo y pares craneales.
- Espacios del LCR.
- Anatomía de columna vertebral y sus contenidos.

- Circulación del neuroeje.
 - Anatomía.
 - Territorios vasculares.

- Correlación de esquemas y representaciones anatómicas con las imágenes de RM obtenidas in vivo.

- Uso de antenas para estudiar la región craneoencefálica.
 - Array de bobinas.

- Técnicas de imagen paralela adecuadas a las secuencias utilizadas en RM craneoencefálica.
- Preparación del paciente y equipamiento.

- Uso de medio de contraste E.V.
 - Métodos de inyección.
 - Dosis de medio de contraste E.V.

- Estudios dinámicos.
- Secuencias rutinarias de uso en RM craneoencefálica.
- Protocolo RM de encéfalo general.
- Protocolo RM de encéfalo con énfasis en fosa craneal posterior.
- Protocolo RM orientado a patologías desmielinizantes.
- Protocolo RM orientado a déficit cognitivo y patología extrapiramidal.
- Protocolo RM para epilepsia y patología del desarrollo.

- Estudio de AngioRM arterial cerebral.
 - Técnica 3D TOF.

- Estudio de AngioRM venosa cerebral.
 - Técnica 2D TOF.
 - Técnica 2D PC.
 - ATECO y MTECO.
- Estudio de AngioRM arterial de vasos del cuello.
- Estudio de AngioRM Time Resolved para MAVs craneofaciales.
- Protocolo de RM de cavidades perinasales.
- Protocolo de RM de órbitas.
- Protocolo de RM de hipófisis y regiones selar y paraselar.
 - Estudio dinámico de hipófisis y senos cavernosos.
- Patología imagenológica general.
- Estudio de patologías habituales mediante RM.
- Principales hallazgos.
- Sensibilidad de la técnica.
- Aporte de las técnicas imagenológicas complementarias (TC, DSA, US).
- Uso de antenas para estudiar la columna vertebral.
 - Array de bobinas.
- Técnicas de imagen paralela adecuadas a las secuencias utilizadas en RM de columna vertebral.
- Preparación del paciente y equipamiento.
- Uso de medio de contraste E.V.
 - Indicaciones.
 - Dosis de medio de contraste E.V.
- Secuencias rutinarias de uso en RM craneoencefálica.
- Protocolos de columna vertebral.
- Protocolos generales de columna.
 - Cervical.
 - Dorsal.
 - Lumbar y sacra.
- Protocolos para patología degenerativa y discal.
- Protocolo para patología inflamatoria, tumoral e infecciosa.
- Protocolo para patología medular.
- Técnicas de imagenología vascular de columna y médula.
- Patología imagenológica general.
- Estudio de patologías habituales mediante RM.
- Principales hallazgos.
- Sensibilidad de la técnica.
- Aporte de las técnicas imagenológicas complementarias (TC, DSA, US).

Módulo 6:

Resonancia magnética de abdomen y pelvis: Anatomía, protocolo y patología.

- Uso de antenas dedicadas para estudiar la región abdominal.
 - Array de bobinas.
- Adecuación de las técnicas de imagen paralela a las secuencias abdominales.
- Preparación del paciente y equipamiento.
- Uso de contraste E.V. y oral.
 - Métodos de inyección.
 - Dosis de medio de contraste E.V.
 - Estudios dinámicos.
 - Secuencias utilizadas en exámenes de RM abdominal.
 - Breath hold.
 - Trigger respiratorio.
 - Adquisición con corrección prospectiva.
 - Métodos de cuantificación de hierro y grasa hepática.
- Protocolo de colangiografía.
- Protocolo de hígado estándar y estudio con contraste hepatoespecífico.
- Protocolo de páncreas.
- Adecuación y orientación de los protocolos, según patología y hallazgos.
- Protocolo de riñón.
- Protocolo de suprarrenales.
- Adecuación y orientación de los protocolos, según patología y hallazgos.
- Protocolo de RM de abdomen superior.
- Protocolo de RM de abdomen completo.
- Adecuación y orientación de los protocolos, según patología y hallazgos.
- Anatomía imagenológica básica por RM.
- Patología hepática.
 - Correlación con imágenes RM.
- Patología de las vías biliares.
 - Correlación con imágenes RM.
- Patología pancreática.
 - Correlación con imágenes RM.
- Uso de antenas dedicadas para estudiar la región pélvica.
 - Array de bobinas.
- Adecuación de las técnicas de imagen paralela a las secuencias pélvicas.

- Preparación del paciente y equipamiento.
- Uso de contraste E.V e intracavitario.
 - Métodos de inyección.
 - Dosis de medio de contraste E.V.
 - Administración de los medios de contraste endocavitarios.
 - Estudios dinámicos.

Protocolo de Enterorresonancia.

- Preparación del paciente.
 - Método oral.
 - Estudio dinámico.
- Protocolo de RM rectal.
 - Protocolo de RM de piso pélvico.
 - Defecografía por RM.

Orientación de los protocolos, según patología y hallazgos.

- Protocolo de vejiga con abordaje multiparamétrico (ViRADS).
- Protocolo de genitales externos y periné.
- Protocolo de próstata con abordaje multiparamétrico (PiRADS).
- Estudios gineco-obstétricos.
 - Protocolo tumoral.
 - Protocolo Ca Cervicouterino multiparamétrico.
 - Protocolo de morfología uterina.

Orientación de los protocolos, según patología y hallazgos.

- Anatomía imagenológica básica por RM.
- Patología de pelvis visceral.
 - Correlación con imágenes RM.
- Patología del sistema genito-urinario.
 - Correlación con imágenes RM.
- Patología gineco-obstétrica por RM.
 - Correlación con imágenes RM.
- Uso de antenas dirigidas al estudio vascular de abdomen, pelvis y EE.II.
 - Array de bobinas.
- Adecuación de las técnicas de imagen paralela a las secuencias angiográficas.
 - Preparación del paciente y equipamiento.

- Administración del medio de contraste E.V.
 - Métodos de inyección y dosis.
 - Métodos de gatillamiento del bolo.
 - Estudios dinámicos multifase (basadas en Keyhole).
- AngioRM abdominal.
 - Reformaciones.
- AngioRM arterias renales.
 - Reformaciones.
- AngioRM en patología venosa de abdomen, pelvis y EE.II.
- AngioRM de EE.II.
 - Mesa móvil (Run-off).
 - Film Composer.
 - Reformaciones.

Módulo 7:

Resonancia magnética torácica: Anatomía, patología y protocolo.

- Uso de antenas para estudiar la región torácica.
 - Array de bobinas.
- Técnicas de imagen paralela adecuadas a las secuencias utilizadas en RM torácica.
 - Preparación del paciente y equipamiento.
- Uso de medio de contraste E.V.
 - Métodos de inyección.
 - Dosis de medio de contraste E.V.
 - Métodos de gatillamiento del bolo.
 - Estudios dinámicos.
- Protocolo para masas mediastínicas.
 - Anatomía y patología mediastínica en RM.
- Protocolo de AngioRM para arterias pulmonares.
- Protocolo de AngioRM para aorta torácica.
 - Estudio morfológico.
- Orientación de los protocolos, según patología y hallazgos.
- Gatillamiento cardíaco.
- Adquisición segmentada del Espacio-K.
 - Prospectiva.
 - Retrospectiva.

- Real Time.
 - Radial.
 - Compressed Sensing.
- Adquisición de secuencias de cine.
- Preparación magnética.
 - Efecto bright blood.
 - Efecto dark blood.
 - Triple IR.
- Secuencias especiales para RM cardíaca.
 - Estudios de flujo cardíaco.
 - Análisis sensible a la fase y segmentación de imágenes cardíacas.
 - Mapeo cardíaco basado en la técnica MOLLI y Look-Locker.
 - Mapas T1, T2 y T2*.
 - Volumen extracelular.
- Técnica de cuantificación de hierro cardíaco.
- Protocolos de CardioRM orientados a la patología.
 - Abordaje modular de la CardioRM.
- Protocolos con énfasis en la morfología.
 - DAVD.
 - Miocardiopatía no compactada.
 - Cardiopatía dilatada.
- Estudio de miopericarditis.
 - Estudio de viabilidad miocárdica.
 - Artefactos de imagen exclusivos de la técnica de CardioRM.
 - Estrategias de mitigación de artefactos de susceptibilidad magnética y off-resonance en pacientes portadores de dispositivos implantables compatibles con RM.
- Técnicas de RM para el estudio de la mama normal, patológica y prótesis mamaria.
- RM Mamaria: Imagen normal y patológica.
 - Anatomía normal.
 - Principales hallazgos en patología benigna y maligna.
 - BIRADS en RM mamaria.
 - Estudios en pacientes con prótesis mamaria.
 - Abordaje en pacientes de alto riesgo.
 - Análisis de casos clínicos.

Módulo 8:

Resonancia magnética musculoesquelética: Anatomía, patología y protocolo.

- Uso de antenas para estudiar el sistema musculoesquelético.
 - Array de bobinas.
- Técnicas de imagen paralela adecuadas a las secuencias utilizadas en RM musculoesquelética.
- Preparación del paciente y equipamiento.
- Uso de medio de contraste E.V.
 - Dosis de medio de contraste E.V.
- Secuencias rutinarias de uso en RM musculoesquelética.
- Protocolos de RM para estudio de hombro.
- Protocolos de RM para estudio de miembro superior:
 - Codo.
 - Muñeca.
 - Mano.
- Protocolos de RM para estudio de miembro inferior:
 - Muslo.
 - Rodilla.
 - Pierna.
 - Tobillo.
 - Pie.
- Protocolos de RM para estudio de pelvis ósea, cintura pélvica, articulaciones sacroilíacas y sacrocoxis.
- Protocolos de RM para el estudio de plexos:
 - Braquial.
 - Lumbar.
 - Neurografía.
- Preparación del paciente y equipamiento.
- Manejo del material estéril.
- Descripción breve de la técnica de ArtroRM.
- Uso de medio de contraste intraarticular.
 - Métodos de inyección.
 - Dosis de medio de contraste.
 - Técnicas de punción.

- Secuencias adecuadas para el estudio de ArtroRM.
- Protocolo de tumores óseos.
- Protocolo de tumores de partes blandas.
- Patología radiológica general.
 - Estudio de patologías habituales mediante RM.
 - Principales hallazgos.
 - Sensibilidad de la técnica.
 - Aporte de las técnicas imagenológicas complementarias (RX, TC, DSA, US).

Metodología

El diploma consta de 8 módulos diseñados para fomentar el desarrollo de aprendizajes significativos en los participantes, con el objetivo de facilitar la transferencia y aplicación de los conocimientos, habilidades y actitudes adquiridas a su entorno profesional específico.

Cada módulo se llevará a cabo en un período de tiempo definido, con clases teóricas, videoconferencias sincrónicas, foros de discusión, clases prácticas vía e-learning, ejercicios formativos y evaluaciones, entre otras actividades.

Para garantizar un óptimo proceso de aprendizaje:

- Se fomentará la participación de los estudiantes en foros de discusión y sesiones sincrónicas virtuales.
- Los estudiantes podrán contar con el respaldo del equipo docente, el cual proporcionará orientación y acompañamiento personalizado a lo largo de cada módulo. Este enfoque busca facilitar el logro de los objetivos académicos tanto a nivel individual como grupal, complementadas con las sesiones sincrónicas virtuales.
- Se enfatizará en la importancia del conocimiento adecuado de la técnica de Resonancia Magnética que facilite el análisis de las imágenes y permita realizar un diagnóstico más certero.

Para llevar a cabo este proceso se cuenta con los siguientes **recursos de aprendizaje**:

- **Despliegue de contenido en formato texto y videos:** Permiten revisar y estudiar en forma organizada los contenidos asociados a cada módulo. Para ello se desplegarán mediante plataforma apuntes base sobre los diversos temas a tratar en las sesiones sincrónicas virtuales.

- **Clases expositivas vía videoconferencia:** Permiten entregar al alumno contenidos en forma ordenada y organizada, generando un marco referencial sobre un tema amplio, y además aclarar dudas sobre los contenidos desplegados previamente en plataforma, así como expandir la profundidad de los temas abordados en forma no presencial. Se efectuarán a modo de clases sincrónicas virtuales vía zoom, impartidas por un profesional o profesor especialista en un tema.

Se utilizará herramientas interactivas para favorecer la participación de los estudiantes.

Foro de consultas: Permite la interacción constante entre los estudiantes y el equipo docente, y a la vez entre los propios estudiantes. Para ello existe un foro en plataforma virtual asignado a cada módulo.

Autoevaluaciones formativas: Permiten estimular el autoestudio y obtener una adecuada retroalimentación al proceso de enseñanza-aprendizaje vivenciado por cada estudiante. Cada módulo en plataforma, cuenta con un test de autoevaluación de carácter formativo.

Análisis de casos clínicos: Actividad grupal que permite al estudiante la aplicación de sus conocimientos teóricos en la resolución de casos clínicos, similares a aquellos que se presentan en el terreno real, estimulando el aprendizaje en base a la resolución de problemas.

Evaluaciones sumativas: Permiten la retroalimentación del proceso de enseñanza aprendizaje tanto para el estudiante como para el equipo docente, además de calificar mediante una nota cada módulo del diploma.

Evaluación y Aprobación

Evaluación formativa:

Durante el diploma se llevarán a cabo en cada módulo, autoevaluaciones de carácter formativo e individual. De manera que el/la estudiante pueda monitorear su nivel de aprendizaje antes de la evaluación sumativa de cada módulo.

Evaluación sumativa:

Evaluación modular:

Al finalizar cada módulo se realizará una evaluación en modalidad e-learning que contempla preguntas de selección múltiple con 4 alternativas y/o preguntas de respuesta abierta u otra modalidad similar.

Proceso de retroalimentación:

Todas las pruebas modulares, cuentan con una instancia de retroalimentación que consiste en la descripción detallada respuestas correctas y erróneas, disponibles una vez publicadas las calificaciones.

Ponderación de cada módulo en relación al diploma completo:

Módulos	Ponderación
Modulo N° 1	12%
Modulo N° 2	16%
Modulo N° 3	12%
Modulo N° 4	12%
Modulo N° 5	12%
Modulo N° 6	12%
Modulo N° 7	12%
Modulo N° 8	12%

El rendimiento académico de los estudiantes se calificará de acuerdo a la escala de 1a 7. La nota de aprobación será 4,0.

Los estudiantes que obtengan una nota entre 3,0 y 3,9, en uno de los módulos de la primera parte del diploma (módulos 1 al 4) y/o en uno de los módulos de la segunda parte del diploma (módulos 5 al 8) tendrán la posibilidad de realizar una prueba remedial para cada módulo reprobado al finalizar el programa.

Prueba remedial 1: Contempla contenidos módulo 1 al 4.

Prueba remedial 2: Contempla contenidos módulos específicos del área reprobada.

En caso de aprobarse dicho remediales, se calificarán con una nota máxima de 4,0, la cual reemplazará las calificaciones modulares.

Los estudiantes que obtengan una nota entre 3,0 y 3,9, en más de un módulo de la primera y/o segunda parte del diploma, reprobarán inmediatamente el programa.

Los estudiantes que obtengan una nota inferior a 3,0 en un módulo, reprobarán inmediatamente el diploma.

Evaluación final integrada:

Al finalizar el diploma se efectuará un trabajo grupal que considerará la creación de casos clínicos integrando los aprendizajes de principios físicos, secuencias, calidad de imagen, medios de contraste, protocolo y patología. Los grupos serán de entre 5-7 integrantes designados por la coordinación del diploma, contarán con una pauta detallada para realizar la actividad, foro grupal y asesoría docente. La nota se calculará mediante la aplicación de una rúbrica.

Nota final:

El promedio final será calculado como sigue:

- Promedio de las evaluaciones de los 8 módulos: 90% de la nota del diploma.
- Evaluación final integrada: 10% de la nota del diploma.

Requisitos de asistencia:

La asistencia a las actividades sincrónicas será obligatoria aceptándose un 20% de inasistencia. En caso de que el participante presente problemas de conexión, o por motivos de fuerza mayor exceda el rango de inasistencia, deberá presentar la debida justificación al equipo directivo del diploma, quienes evaluarán su caso particular.

Requisitos de aprobación:

- Rendición de las 8 pruebas modulares.
- Realización de trabajo final de integración.
- Nota final igual o superior 4,0 (cuatro coma cero).
- Asistencia al menos al 80% de las actividades sincrónicas.

Calendario Actividades Sincrónicas

Las sesiones sincrónicas se realizan los días sábados a partir de las 8:30 AM

Módulo	Sesión sincrónica 1	Sesión sincrónica 2	Inicio evaluación	Término evaluación
Módulo 1	9 de agosto de 2025	23 de agosto de 2025	29 de agosto de 2025	1 de septiembre de 2025
Módulo 2	6 de septiembre de 2025	13 de septiembre de 2025	10 de octubre de 2025	13 de octubre de 2025
Módulo 3	18 de octubre de 2025	25 de octubre de 2025	7 de noviembre de 2025	10 de noviembre de 2025
Módulo 4	22 de noviembre de 2025	29 de noviembre de 2025	12 de diciembre de 2025	15 de diciembre de 2025
Receso de verano				
Módulo 5	21 de marzo de 2026	28 de marzo de 2026	17 de abril de 2026	20 de abril de 2026
Módulo 6	25 de abril de 2026	9 de mayo de 2026	15 de mayo de 2026	18 de mayo de 2026
Módulo 7	30 de mayo de 2026	6 de junio de 2026	12 de junio de 2026	15 de junio de 2026
Módulo 8	20 de junio de 2026	4 de julio de 2026	10 de julio de 2026	13 de julio de 2026
Trabajo final*			16 de agosto de 2026	

* Plazo máximo de entrega del trabajo final.

Equipo Docente

Directores del Diploma:

Dr. Daniel Ríos Quevedo

Prof. Asistente
Hospital Clínico U. de Chile
Especialista en Imagenología
Universidad de Chile

T.M. Daniel Castro Acuña

Prof. Asistente
Facultad de Medicina U. de Chile
Máster en Física Médica
Universidad de Valencia, España

Cuerpo Docente:

T.M. Cristián Garrido Inostroza

Acad. Instructor
Facultad de Medicina U. de Chile
Magíster en Bioestadística
Universidad de Chile

T.M. Daniel Castro Acuña

Prof. Asistente
Facultad de Medicina U. de Chile
Máster en Física Médica
Universidad de Valencia, España

Dr. Gonzalo Cárdenas Loguercio

Prof. Asistente
Hospital Clínico U. de Chile
Especialista en Imagenología
Universidad de Chile

Dr. Maximiliano Miranda González

Prof. Adjunto
Facultad de Medicina U. de Chile
Especialista en Imagenología
Universidad Mayor

Co-Director:

T.M. Cristián Garrido Inostroza

Acad. Instructor
Facultad de Medicina U. de Chile
Magíster en Bioestadística
Universidad de Chile

Dr. Gonzalo Miranda González

Prof. Asociado
Facultad de Medicina U. de Chile
Especialista en Imagenología
Universidad de Chile

Dr. Álvaro Salas Zuleta

Prof. Asistente
Hospital Clínico U. de Chile
Especialista en Imagenología
Universidad de Chile

Dr. Marcelo López Ramírez

Prof. Asistente
Facultad de Medicina U. de Chile
Magíster en Salud Pública
Universidad de Chile

Dr. Jorge Díaz Jara

Prof. Asociado
Hospital Clínico U. de Chile
Especialista en Imagenología
Universidad de Chile



Dr. Daniel Ríos Quevedo

Prof. Asistente
Hospital Clínico U. de Chile
Especialista en Imagenología
Universidad de Chile

Dr. Cristóbal Ramos Gómez

Prof. Asistente
Hospital Clínico U. de Chile
Especialista en Imagenología
Universidad de Chile

Dra. Patricia Arancibia Hernández

Prof. Asociada
Hospital Clínico U. de Chile
Especialista en Imagenología
Universidad de Chile

Dr. Sebastián Yévenes Aravena

Prof. Asistente
Hospital Clínico U. de Chile
Especialista en Imagenología
Universidad de Chile

Docentes Invitados:

T.M. Cristián Martínez Bocaz

Universidad de Chile
Capacitación Philips Ingenia
UMCU Hospital Utrecht, Holanda

Ing. Takeshi Asahi Kodama

Pontificia U. Católica de Chile
Doctor en Ingeniería
Yokohama National University, Japón

T.M. Esteban Boerr Garrido

Diplomado en Docencia
en Ciencias de la Salud
Universidad de Chile

T.M. Carla González Labbé

Diplomada en Gestión de Calidad,
Acreditación y Seguridad
Universidad de Chile

T.M. Gonzalo Espinoza Ortiz

Diplomado en Resonancia Magnética
Universidad de Chile

T.M. Cristian Farías Duque

Diplomado en Resonancia Magnética
Universidad de Chile

Ing. Douglas Malave Turizo

Magíster en Proyectos
Universidad Católica del Norte

T.M. Miguel Soto Vidal

Universidad de Chile

T.M. Víctor Elgueta Ortiz

Universidad de Chile

Requisitos Técnicos

Para conectarse es necesario un computador que cumpla los siguientes requisitos mínimos de configuración:

- Procesador Pentium IV de 2.0 Ghz o superior equivalente.
- Memoria RAM mínimo 4 GB. Recomendado 8 GB o superior.
- Equipamiento: Audífonos, micrófono, cámara web integrada o vía cable USB con resolución de mínimo 640 x 480 px y recomendado de 1280 x 720 px
- Disco duro de 40 Gb.
- Espacio libre en el disco duro 5 Gb.
- Sistema Operativo Mínimo: Windows 10, MacOS 12 (Monterey).
Recomendado: Windows 11, MacOS 13 (Ventura).
- Resolución de pantalla mínimo: 1280 x 720 px
- Quienes cuenten con Windows Vista deberán verificar que los programas funcionen adecuadamente con la plataforma de estudio (como Office 2007)
- Navegadores: Google Chrome actualizado, Mozilla Firefox actualizado, Microsoft Edge actualizado, Safari 12 o superior (MacOs)

La rapidez de acceso y navegación en la plataforma, así como la descarga de material educativo, dependerá de:

- Conexión a internet: Cableado ethernet recomendado, Wi-fi mantener un nivel alto de señal.
- Ancho de banda (Internet) mínimo 10 Mbps, recomendado 15 Mbps o superior.
- El tipo de conexión (ADSL/Cable/Módem) esto determinará su velocidad de navegación.
- Contar con las aplicaciones, programas y herramientas como Java, Microsoft Office, Acrobat Reader, Windows Media Player, Flash Player, Win Zip, etc.