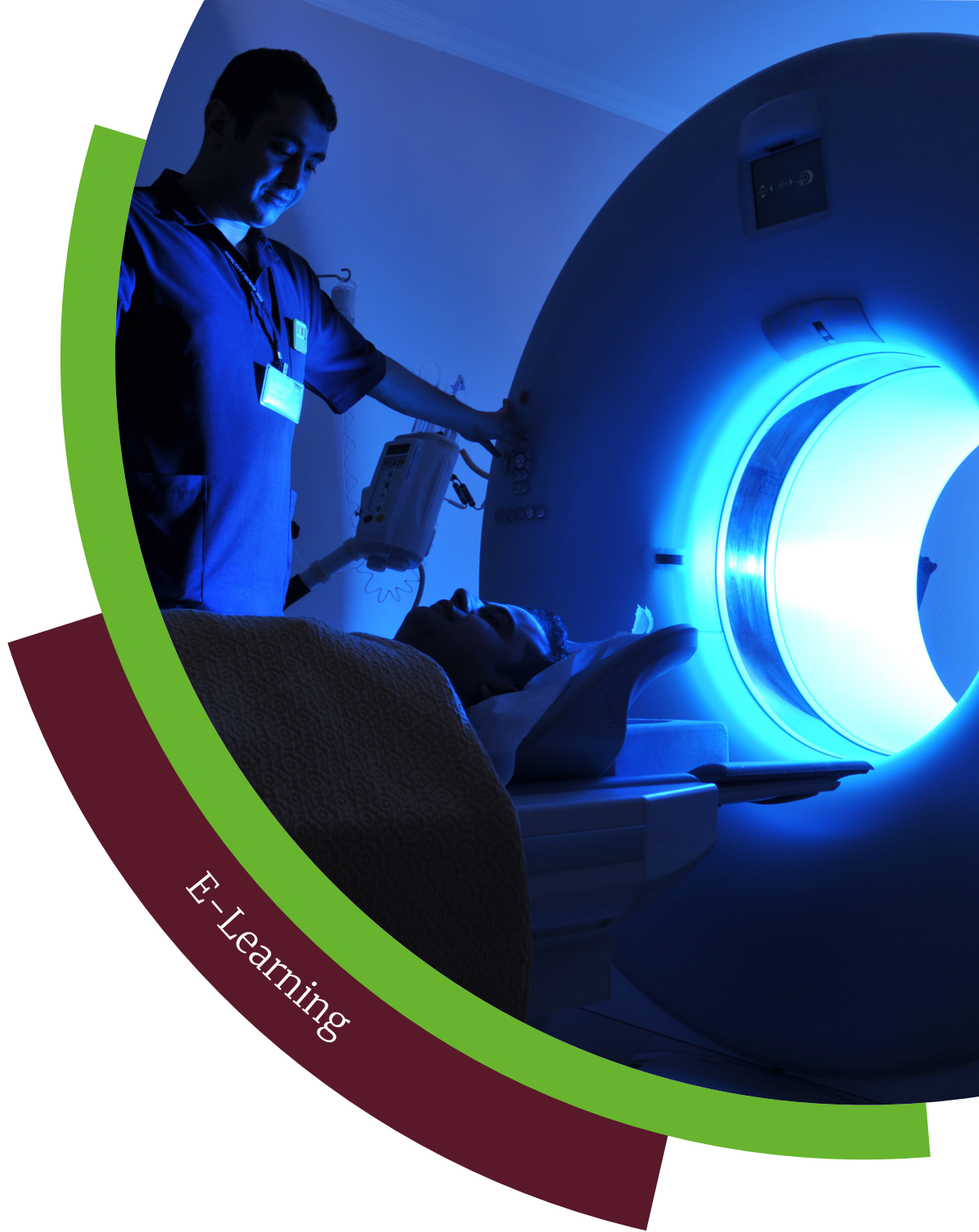




FACULTAD DE MEDICINA  
UNIVERSIDAD DE CHILE



E-Learning

# Diploma Resonancia Magnética

# Información General

<b>Versión:</b>	13ª Versión (2021)
<b>Modalidad:</b>	E-Learning
<b>Duración Total:</b>	459 horas totales (363 asincrónicas, 96 sincrónicas).
<b>Fecha de Inicio:</b>	26 de julio de 2021
<b>Fecha de Término:</b>	22 de agosto de 2022
<b>Vacantes*:</b>	Mínimo 34, máximo 90 alumnos
<b>Días y Horarios:</b>	A distancia – actividades sincrónicas (videoconferencias): Sábados de 09:00 a 16:00 hrs. según calendario de actividades sincrónicas detalladas en el programa.
<b>Precio:</b>	\$1.800.000.-
<b>Dirigido a**:</b>	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, al fundamentarlas mediante estos métodos diagnósticos.

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, y la gran cantidad de aplicaciones que son útiles en el trabajo clínico, algunas de ellas no aportadas por ninguna otra técnica imagenológica, han permitido acceder a imágenes seccionales de gran calidad, en todos los planos disponibles y con gran información del punto de vista anatómico, y funcional en algunos de los casos. La gran fortaleza de la 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 existencia de un mayor número de variables a manejar en el momento de 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, el conocimiento y la elección adecuada 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 11 versiones, con más de 500 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.

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, además, puede dar 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 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 que impone 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.

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 que puedan llevar 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 el 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 reconocimiento 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 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 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 la física con los cuerpos y pacientes que interactúan con los elementos del equipamiento utilizado, y además, esto entrega la oportunidad y justificación de introducir el conocimiento del equipamiento utilizado en la resonancia magnética, caracterizando además los equipos 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 cuando se realizan exámenes bajo anestesia, por lo que este tema también debe ser 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 la conciencia y/o agitación psicomotora.



Ya establecida la bioseguridad como tema importante dentro de la aplicación de esta técnica, otra arista de 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.

### **Técnicas Especiales en Resonancia Magnética**

Una de las fortalezas de esta técnica es que posibilita ejecutar técnicas de análisis cuantitativo, 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 comprender estas técnicas y aplicarlas. Las técnicas abordadas serán la Espectroscopía por resonancia magnética, las imágenes potenciadas en difusión (DWI), la técnica de elastografía por RM, la técnica de perfusión por RM, la técnica de RM funcional BOLD, las técnicas de angiografía por RM, 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.

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, estas técnicas especiales 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 otras técnicas imagenológicas, 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”.

### **Resonancia Magnética de Abdomen y Pelvis**

En este punto del aprendizaje de la técnica de la resonancia magnética, están dadas las condiciones para 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 al órgano 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.

## 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 la técnica en relación a las secuencias de adquisición utilizadas.

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

## Resonancia Magnética Torácica

Se estudiará la región topográfica del tórax, específicamente el corazón, grandes vasos, contenido mediastínico 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 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, 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 requerida 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 y al órgano o región 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.

- Departamento de Tecnología Médica.
- Departamento de Radiología.

# Objetivos

## Objetivos Generales

- Comprender los principios físicos que rigen la Resonancia Magnética y su implicancia en la potencialidad diagnóstica de un estudio que aporta información anatómica y bioquímica de los órganos y/o regiones evaluadas.
- Analizar los parámetros de la imagen obtenida mediante RM, así como el proceso de reconstrucción de ésta.
- Evaluar la utilización de medio de contraste, considerando propiedades físico-químicas y farmacocinéticas, factores de riesgo, posibles reacciones adversas, con especial énfasis en el cuadro de Fibrosis Nefrogénica Sistémica (FNS), valorando la realización del screening de función renal, como una actividad importante para evitarla.
- Comprender las técnicas exclusivas de la resonancia magnética, como herramientas valiosas para el diagnóstico mediante este método imagenológico.
- Evaluar los distintos elementos implicados en el diagnóstico mediante RM de las patologías neurológicas, musculoesqueléticas, abdominopelvianas y torácicas.



# 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 (Campo  $B_0$ ).
  
- Gradientes Magnéticos (características).
  - Conceptos de Slew rate, Rise Time, Gmax y Duty Cycle.
  
- Ondas de Radiofrecuencia (Campo RF o Campo  $B_1$ ).
  - 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 superconductor.
- 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.
  - Influencia de los gradientes magnéticos en el proceso de excitación nuclear.

- Potenciación de la imagen en base a las curvas T1 y T2.
  - Concepto de TR y TE.
  - Contraste T1, T2 y DP.
- Características bioquímicas del contraste.
  - Interpretación de las intensidades.
  - Manipulación del contraste.
- Concepto de secuencia de pulso.
- Secuencias clásicas (Spin Eco, Turbo Spin Eco, 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.
- Manipulación de imágenes digitales.
- Gradientes de codificación de corte (Gz), fase (Gy) y frecuencia (Gx).
  - 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 (coherentes e incoherentes).
  - 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.
  - Fat-Sat, SPIR, Acoplamiento Q, Water excitation.
  - Supresión espectral del agua.
  - Fenómeno de cancelación de fase en imágenes GRE.
  - Imágenes dentro y en fase opuesta y método de Dixon.


- Transferencia de magnetización.
- Técnica de imagen paralela.
  - Método basado en la imagen.
  - Método basado en el Espacio K.
- Conversión Análogo Digital de la señal, Dwell Time,  $\Delta T$ 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).
- 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.

### **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.

- 
- Riesgos asociados a la técnica de RM.
    - Riesgos derivados del campo magnético principal.
    - Riesgos derivados de las gradientes.
    - Riesgos derivados del campo B1.
    - Cuestionario tipo de RM.
  - Resonancia Magnética en campos magnéticos de 3T.
    - Diferencias de hardware respecto a equipos de 1.5T.
    - Diferencias entre la imagen de 3T y 1.5T.
    - Efecto dieléctrico.
    - Consideraciones de bioseguridad a 3T.
    - Artefactos presentes en imágenes obtenidas con equipos de 3T.
  - Farmacocinética de los medios de contraste paramagnéticos.
    - Mecanismo de acción.
    - Tipos de medios de contraste y tolerancia.
    - Utilidad e indicaciones.
    - Métodos de administración (manual y automática), dosis, curvas de intensidad.
    - Evidencia del efecto acumulativo pediátrico.
    - Regulación FDA y ESUR.
  - Contraindicaciones y efectos adversos.
    - Hipersensibilidad.
    - Efecto sobre exámenes de laboratorio.
    - Embarazo y lactancia.
  - Fibrosis Nefrogénica Sistémica:
    - Incidencia y Patogenia.
    - Factores gatillantes y población susceptible.
    - Screening renal: Encuesta y laboratorio.
    - Regulación existente.
  - Medios de contraste basados en Mn.
  - Medios de contraste basados en hierro coloidal (PIOs, 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 Singlevóxel.
  - Técnica Multivóxel 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.
- Física de la difusión molecular y técnica de Difusión mediante:
  - Isotropía y anisotropía de la difusión.
  - Técnica de Stejskal-Tanner.
  - Efecto T2\* Shine Through.
  - Concepto de IVIM y ADC.
  - Tensor de ADC y Mapa ADC.
  - Fracción de anisotropía y Diffusion Tensor Imaging (DTI).
  - Aplicaciones en Neurorradiología.
  - Aplicaciones en Cuerpo (DWIBS).
- Física y técnica de la perfusión por RM.
  - Concepto de perfusión y circulación.
  - Perfusión T1 y T2\*.
  - Perfusión ASL.
  - Secuencias útiles para evaluar perfusión.
  - Parámetros de TTP, MTT, CBF, relativos y absolutos.
  - Evaluación de la perfusión mediante el análisis 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.
  - 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.

## **Módulo 5:**

### **Resonancia Magnética Neurológica: Anatomía, Patología y Protocolo.**

- Aspectos generales en neuroanatomía.
- Anatomía encefálica y de cara.
- Anatomía del troncoencéfalo 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.
  - Métodos de gatillamiento del bolo.
- 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.
- 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 Radiológica general.
- Estudio de patologías habituales mediante RM.
- Principales hallazgos.
- Sensibilidad de la Técnica.
- Aporte de las técnicas imagenológicas complementarias (CT, 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 Radiológica general.
- Estudio de patologías habituales mediante RM.
- Principales hallazgos.
- Sensibilidad de la Técnica.
- Aporte de las técnicas imagenológicas complementarias (CT, DSA, US ).
- Protocolo de RM de Cuello Visceral.

## **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.
  - Métodos de gatillamiento del bolo.
  - Estudios dinámicos.
  - Gatillamiento de las secuencias.
  - Secuencias utilizadas en exámenes de RM abdominal.
  - Breathhold.
  - Trigger respiratorio.
  - Adquisición con corrección prospectiva.



- 
- Protocolo de Colangiografía.
  - Protocolo de Hígado.
  - Protocolo de Páncreas.
  - Adecuación y orientación de los protocolos, según patología y hallazgos.
  
  - Protocolo de riñón.
  - Protocolo de UroRM.
  - 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.
    - Métodos de gatillamiento del bolo.
    - Medios de contraste endocavitarios.
    - Administración de los medios de contraste endocavitarios.
    - Estudios dinámicos.
  
  - Técnica de cuantificación de hierro y grasa hepática.
  
  - Protocolo de HidroRM Intestinal.
    - Preparación del paciente.
    - Método oral.
    - Enteroclis.
    - 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 RM orientado a partes blandas (pared, y linfonodos).
- Protocolo de Vejiga.
- Protocolo de genitales externos y periné.
- Protocolo de Próstata.
  
- Estudios gineco-obstétricos.
  - Protocolo tumoral.
  - Protocolo Ca Cérvico-uterino.
  - Protocolo de morfología uterina.
  
- Orientación de los protocolos, según patología y hallazgos.
  
- Anatomía imagenológica básica por RM.
  
- Patología de partes blandas.
  - 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.
  - Estudio de pared.
  - Estudio de disección arterial.
- Orientación de los protocolos, según patología y hallazgos.
- Gatillamiento cardíaco.
- Adquisición segmentada del Espacio-K.
- Adquisición de secuencias de Cine.
- Preparación magnética.
  - Efecto bright blood.
  - Efecto dark blood.
- Secuencias especiales para RM cardíaca.
- Análisis sensible a la fase y segmentación de imágenes cardíacas.

- Mapeo cardíaco basado en la técnica MOLLI y Look-Locker.
  - Mapas T1 y T2.
  - Índice R2.
- 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.
- 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.
  - 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.
  - Métodos de inyección.
  - Dosis de medio de contraste E.V.
  - Métodos de gatillamiento del bolo.
- Estudios dinámicos.
- 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.
- 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.
- Estudio dinámico DEMRI.
  - Análisis mediante curvas de SI vs tiempo.
- Patología Radiológica general.
  - Estudio de patologías habituales mediante RM.
  - Principales hallazgos.
  - Sensibilidad de la Técnica.
  - Aporte de las técnicas imagenológicas complementarias (RX, CT, DSA, US).

# Metodología

Este programa se estructura en 8 módulos que promueven el desarrollo de aprendizajes significativos en los alumnos participantes, de modo de posibilitar la transferencia y aplicación a su realidad profesional específica, de los conocimientos, habilidades y actitudes adquiridas.

Los módulos se desarrollarán en modalidad e-learning y considera el trabajo interactivo e independiente del estudiante apoyado por el equipo docente. La metodología de aprendizaje considera fuertemente la interacción docente-alumno; el desarrollo de competencias y organización de saberes, la resolución de problemas, la utilización de herramientas y la argumentación de conclusiones.

Cada estudiante contará con el apoyo del equipo docente que lo orientará y acompañará durante el proceso de aprendizaje de modo de facilitar el logro de los objetivos de cada módulo, y específicamente para aclarar dudas y cubrir las necesidades particulares de aprendizaje de los estudiantes. La modalidad de trabajo será individual y grupal, con actividades efectuadas a través de una plataforma virtual y en sesiones sincrónicas por videoconferencia.

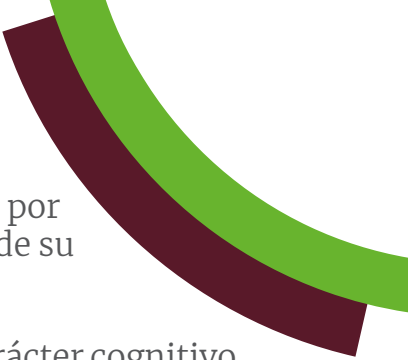
Cada uno de los módulos tiene recursos (textos, videos, presentaciones, y otros) de apoyo al aprendizaje que contiene materiales específicos de la temática del módulo, con apoyo bibliográfico para consultas.

Para el desarrollo de cada módulo se cuenta con tecnologías comunicacionales como foros de discusión, correo electrónico (interno de la plataforma), conexión vía videoconferencia y otras que serán aplicadas en la tutoría de los alumnos, para el trabajo entre alumnos, y para los sistemas de evaluación formativa, de Biblioteca Virtual, y consulta por Internet desde el domicilio de los alumnos.

## **La metodología aplicada para las actividades a distancia se concreta en el siguiente proceso:**

Una vez que el estudiante se matricula recibe una carta (a través de correo electrónico) en la cual se le da la bienvenida al Diploma, se le comunica el procedimiento para ingresar al Sitio Web, su nombre de usuario y contraseña. De igual forma en esta carta se le informa número de teléfono y persona(s) a quien recurrir en caso de dificultades por ejemplo, de acceso al sitio.

Es así como para acceder al Diploma, el alumno deberá ingresar a la dirección: <http://www.medichi.uchile.cl>. Una vez en el sitio, elige la opción “ingreso a cursos”, se despliega entonces una pantalla que solicita ingresar “nombre de usuario” y “contraseña”. Éstas son las que le fueron informadas a través de la carta de bienvenida.



Durante todo el período de participación en el Diploma, el estudiante contará con un sistema de apoyo tutorial académico integral, liderado por los docentes responsables del diploma, que potencia el logro exitoso de su proceso de formación.

Por medio de este sistema tutorial el participante recibirá apoyo de carácter cognitivo (ante consultas administrativas, metodológicas y/o de contenido), metacognitivo (ante consultas relativas a organización, control y evaluación del propio proceso de estudio), motivacional y socioafectivo.

Una vez dentro del Diploma se le presenta el calendario de estudio, la organización del mismo y las distintas actividades que el estudiante comenzará a realizar. A través de este calendario de estudio se intenciona al participante para que la primera semana de estudio la oriente a realizar una visita de exploración al Sitio Web del diploma donde podrá encontrar su ambiente de aprendizaje virtual, esto es por una parte, todo lo relacionado con los contenidos y la forma de abordarlos y, por otra, las herramientas de comunicación que le permitirán contactarse con sus pares y con el tutor académico encargado de acompañarlo en este proceso de aprendizaje.

Las siguientes semanas estarán dedicadas a conocer el material de estudio con el que cuenta el Diploma, sus actividades y evaluaciones, y todas aquellas tareas que constituyan requisitos de aprobación.

El diploma cuenta con las siguientes herramientas de trabajo:

**Contenidos del Diploma:** Calendario; Módulo de contenidos; Encuestas, Buscar.

**Herramientas de Comunicación:** Foro - Videoconferencia

**Herramientas de Estudio:** Trabajos; Auto evaluación; Exámenes; Mis calificaciones; Mi progreso; Grupos de trabajo.

A través de las herramientas anteriores se desarrollarán las siguientes actividades:

**Despliegue de contenido en formato texto y video embebido:**

Permiten revisar y estudiar en forma organizada los contenidos asociados a cada semana y cada módulo, para ello se desplegarán mediante plataforma apuntes base sobre los diversos temas a tratar en las sesiones sincrónicas. Estos serán cargados en forma texto, en la sección “Contenido”.

**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 estudio y obtener una adecuada retroalimentación al proceso de enseñanza-aprendizaje vivenciado por cada estudiante, para ello se cargarán en plataforma, al final de cada módulo test de autoevaluación de carácter formativo.

### **Estudio 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. Las evaluaciones sumativas se desplegarán mediante la plataforma virtual una vez concluido cada módulo.

### **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 para las actividades asincrónicas.

Se efectuarán a modo de Clases Magistrales impartidas por un profesional o profesor especialista en un tema

### **Revisión de Casos Clínicos Vía Videoconferencia:**

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 y el trabajo en equipo. Esta actividad se efectuará asociada a la clase expositiva.



# Evaluación y Aprobación

Se realizará una evaluación al finalizar cada módulo aplicando una prueba modalidad E-learning con las siguientes características:

- Preguntas de selección múltiple de 4 opciones.

El rendimiento académico de los estudiantes se calificará de acuerdo a la escala de 1 a 7. La ponderación de cada módulo respecto del diploma es la siguiente:

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%

## Requisitos de Aprobación:

La nota de aprobación será calculada con las notas obtenidas en cada módulo más un examen final, el cual se efectuará igualmente en formato E-learning.

## Ponderaciones:

Ocho pruebas que incluyen los contenidos de cada módulo: 70%.  
Examen Final (Selección múltiple): 30%.

El rendimiento académico de los estudiantes se calificará de acuerdo a la escala de 1 a 7. La nota de aprobación será 5,0.

La no obtención de la nota de aprobación mínima, implica reprobación del diploma, en cuyo caso existirá la posibilidad de rendir un examen de segunda oportunidad cuya calificación reemplazará la del primer examen. Si después de rendido tal examen no se alcanza la nota mínima de aprobación el estudiante queda en situación de reprobación y sólo podrá solicitar certificado de asistencia emitido por la unidad académica.

Para la repetición del Diploma, el estudiante deberá elevar solicitud dirigida al (los) Director(es) de la(s) Unidad(es) Académica(s) a cargo del diploma, con copia al Director del mismo, y estará supeditada a la realización de una nueva versión del Diploma.

La repetición del diploma no está exenta del pago de arancel, por ende el estudiante deberá cancelar el arancel correspondiente de aprobarse su solicitud.

### Requisitos de Asistencia:

La asistencia a las actividades sincrónicas vía videoconferencia asociadas al Diploma es obligatoria, aceptándose un 20% de inasistencia. En caso de que el estudiante presente problemas de conexión, o por motivos de fuerza mayor exceda el rango de inasistencia, deberá presentar la debida justificación a la dirección del Diploma, quienes evaluarán su caso particular.

## *Calendario de Actividades Sincrónicas*

Módulo	Sesión sincrónica VC 1	Sesión sincrónica VC 2
Módulo 1	Sábado 21 de agosto de 2021	Sábado 28 de agosto de 2021
Módulo 2	Sábado 25 de septiembre de 2021	Sábado 2 de octubre de 2021
Módulo 3	Sábado 23 de octubre de 2021	Sábado 6 de noviembre de 2021
Módulo 4	Sábado 27 de noviembre de 2021	Sábado 4 de diciembre de 2021
Módulo 5	Sábado 26 de marzo de 2022	Sábado 9 de abril de 2022
Módulo 6	Sábado 30 de abril de 2022	Sábado 7 de mayo de 2022
Módulo 7	Sábado 4 de junio de 2022	Sábado 11 de junio de 2022
Módulo 8	Sábado 2 de julio de 2022	Sábado 9 de julio de 2022

# *Equipo Docente*

## **Directores del Diploma:**

### **Dr. Daniel Ríos Quevedo**

Acad. Instructor  
Facultad de Medicina U. de Chile  
Especialidad 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(c)  
Universidad de Chile

### **T.M. Daniel Castro Acuña**

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

### **T.M. Cristián Martínez Bocaz**

Universidad de Chile  
Capacitación Philips Ingenia  
UMCU Hospital Utrecht, Holanda

### **T.M. Esteban Boerr Garrido**

Diploma Docencia en Ciencias  
de la Salud  
Universidad de Chile

### **T.M. Gonzalo Espinoza Ortiz**

Diploma Resonancia Magnética  
Universidad de Chile

### **Ing. Douglas Malave Turizo**

Magíster en Proyectos  
Universidad Católica del Norte

### **Ing. Takeshi Asahi Kodama**

Pontificia U. Católica de Chile  
Post-Doctorado Centro de  
Modelamiento Matemático  
Universidad de Chile

### **Dr. Gonzalo Cárdenas Loguercio**

Prof. Asistente  
Facultad de Medicina U. de Chile  
Fellowships en Imágenes de  
Abdomen y Pelvis  
Hospital Clínico U. de Chile

### **Dr. Sebastián Yévenes Aravena**

Prof. Asistente  
Facultad de Medicina U. de Chile  
Especialidad en Imagenología  
Universidad de Chile

**Dr. Gonzalo Miranda González**  
Prof. Asistente  
Facultad de Medicina U. de Chile  
Diploma en Docencia en Ciencias  
de la Salud  
Universidad de Chile

**Dr. Álvaro Salas Zuleta**  
Prof. Asistente  
Facultad de Medicina  
U. de Chile  
Especialidad 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. Asistente  
Facultad de Medicina  
U. de Chile  
Especialidad en Imagenología  
Universidad de Chile

**Dr. Daniel Ríos Quevedo**  
Acad. Instructor  
Facultad de Medicina  
U. de Chile  
Especialidad en Imagenología  
Universidad de Chile

**Dr. Cristóbal Ramos Gómez**  
Prof. Asistente  
Facultad de Medicina U. de Chile  
Especialidad en Imagenología  
Universidad de Chile

**Dra. Patricia Arancibia Hernández**  
Prof. Asistente  
Facultad de Medicina U. de Chile  
BLS for Healthcare Providers Course  
Centro de Entrenamiento  
Clínica Las Condes

# 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 256 MB.
- Disco duro de 40 Gb.
- Espacio libre en el disco duro 5 Gb.
- Sistema Operativo Windows XP o superior, Mac OSX (para Mac).
- Quienes cuenten con Windows Vista deberán verificar que los programas funcionen adecuadamente con la plataforma de estudio (como Office 2007)
- Conexión a Internet por Banda Ancha (ADSL/ Cable) o Wi Fi desde el lugar donde se conectará al Curso o Diploma (Hogar, Lugar de Trabajo, Cybercafé o Infocentros, etc.). No se recomienda la conexión mediante módem telefónico por su velocidad.
- Un navegador (Browser) que permita conectarse a Internet y acceder a sitios web. Recomendamos que utilice como browser Mozilla Firefox 1.0.7 o Internet Explorer 6.0.

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

- Las características técnicas del computador utilizado (Sistema Operativo, Hardware, etc.)
- El proveedor de acceso a internet (ISP) que utilice; si usted se conectará a su Curso o Diploma desde su lugar de trabajo, recuerde verificar con su Depto. de Informática que su red de navegación por internet está habilitada para operar con la aplicación Java.
- 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.