



UCSC



Universidad
de Concepción



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA



DOCTORADO EN
**INTELIGENCIA
ARTIFICIAL**

Anexo I: Programas de actividades curriculares

**Programa de Actividad Curricular****1- Identificación General**

Nombre de la actividad: Matemática Computacional para la IA	
Subject Name: Computational Mathematics for AI	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Mínimo/Fundamental	Prerrequisito: Los que indica el perfil de ingreso
Código:	
Créditos SCT- Chile: 12	Horas Presenciales: 108 Horas No Presenciales: 252

a. Descripción de Actividad Curricular

Esta actividad curricular es mínima/fundamental. El estudiante analiza los fundamentos matemáticos necesarios para comprender los conceptos básicos de la IA. De este modo, se espera que el estudiante interprete, plantee y resuelva adecuadamente los problemas que se presentan en el ámbito de la IA.

El estudiante resolverá problemas relacionados con análisis de datos, aplicando razonamiento estadístico o probabilístico, álgebra lineal o cálculo numérico, representación visual de la información, para la mejora en la comprensión de su interpretación, utilizando diferentes técnicas y herramientas de programación.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

This minimum curriculum activity of the program provides the student with the mathematical foundations necessary to understand the basic concepts of AI. In this way, the student is expected to adequately interpret, pose, and solve the problems that arise in AI.

The student will be able to solve problems related to data analysis, which may involve statistical or probabilistic reasoning, linear algebra or numerical calculation, visual representation of the information, in order to improve the understanding of its interpretation, using different programming techniques and tools.

2- Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.

3- Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA4. Evalúa métodos de inteligencia artificial a través de métricas de desempeño que permitan orientar la estrategia más adecuada para la resolución del problema. C1-RA5. Resuelve problemas mediante la aplicación de métodos y modelos de inteligencia artificial, utilizando el conocimiento teórico-práctico. C2-RA1. Sistematiza información científica para identificar el estado del arte de una problemática específica en el contexto de la inteligencia artificial.	<u>Conceptuales</u> 1. Álgebra lineal 2. Cálculo diferencial 3. Derivadas parciales 4. Gradiente 5. Valores vectoriales 6. Optimización matemática 7. Razonamiento probabilístico y estadístico 8. Regresión lineal y polinómica <u>Procedimentales</u> 9. Uso de librerías: matplotlib, numpy, pandas, seaborn, bokeh, sciPy, scikit-learn. 10. Uso de métricas de desempeño. 11. Métodos y modelos de inteligencia artificial. <u>Actitudinales</u> 12. Fundamentación de decisiones frente a posibles alternativas de métodos de investigación. 13. Aplicación de metodologías de investigación de manera rigurosa.

4- Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases expositivas 2. Aprendizaje basado en problemas (ABP) 3. Revisión bibliográfica	1. Resolución de problemas aplicados: 40% 2. Informes escritos: 40% 3. Exposiciones orales: 20%

5- Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos:

1. Librerías de Python
2. Librerías de R

Bibliográficos Fundamentales:

1. Deisenroth, M. P., Faisal, A. A. and Ong, C. S. (2020). *Mathematics for Machine Learning*. Cambridge University Press. ISBN: 110845514X (<https://mml-book.github.io/>).
2. Han, Richard (2019). *Matemáticas del Aprendizaje Automático: Introducción a la analítica de datos e inteligencia artificial*. Editorial: Richard Han; Illustrated edición. ISBN: 0578507056.

Bibliográficos Complementarios:

1. Dawani, Jay (2020). *Hands-On Mathematics for Deep Learning: Build a solid mathematical foundation for training efficient deep neural networks*. Editorial: Packt Publishing. ISBN: 1838647295.
2. Farrán, José (2020). *Computación Matemática con Python. Introducción al Lenguaje Python para Científicos e Ingenieros*. Editorial: Ediciones Universidad de Valladolid; N.º 1 edición. ISBN: 8413200849.

6- Requisito de asistencia

Deberá registrarse por el Reglamento Interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1- Identificación General

Nombre de la actividad: Ingeniería del Conocimiento	
Subject Name: Knowledge Engineering	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Mínimo/Fundamental	Prerrequisito: Los que indica el perfil de ingreso
Código:	
Créditos SCT- Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

Esta actividad curricular es mínima/fundamental. En ella el estudiante diseña y desarrolla Sistemas Basados en el Conocimiento (SBC). Para esto, se utilizan metodologías actuales como CommonKADS, con el objetivo de adquirir y modelar el conocimiento de un dominio específico, para luego implementar un sistema, a través de lenguajes y herramientas apropiadas que permitan integrar distintas técnicas de Inteligencia Artificial.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

This is a minimum/fundamental course. In it the student designs and develops Knowledge Based Systems (KBS). For this, current methodologies such as CommonKADS are used, with the objective of acquiring and modeling the knowledge of a specific domain, to then implement a system, through appropriate languages and tools that allow the integration of different Artificial Intelligence techniques.

2- Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.

3- Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA1. Asocia problemas complejos a áreas de desarrollo de la inteligencia artificial que permitan la selección del modelo más apto para su resolución. C1-RA3. Modela el conocimiento que se levanta de un problema en el ámbito de la inteligencia artificial, caracterizando su complejidad, para determinar las estructuras y los métodos más adecuados para su resolución. C2-RA4. Aplica modelos de conocimiento y metodologías de investigación avanzadas que permiten resolver problemas complejos en el ámbito de la inteligencia artificial y sus aplicaciones. C2-RA5. Integra técnicas de inteligencia artificial y modelos de conocimiento para la resolución de problemas complejos.	<u>Conceptuales</u> 1. Introducción a la Ingeniería del Conocimiento 2. Formalismos de representación del conocimiento 3. Sistemas basados en el conocimiento. Razonamiento en SBC, inferencia y aprendizaje. 4. Metodología CommonKADS <u>Procedimentales</u> 5. Librerías de tareas y métodos de resolución de problemas. Reusabilidad y construcción de modelos de conocimiento. 6. El modelo de comunicación y diseño. 7. Diseño de prototipos 8. Ontologías <u>Actitudinales</u> 9. Fundamentación de decisiones frente a posibles alternativas de métodos de investigación. 10. Aplicación de metodologías de manera rigurosa.

4- Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases y charlas expositivas 2. Aprendizaje basado en problemas (ABP) 3. Revisiones bibliográficas 4. Estudio de casos	1. Resolución de problemas aplicados: 30% 2. Informes escritos: 30% 3. Exposiciones orales: 40%

**5- Recursos para el aprendizaje****Tecnológicos:**

1. Protégé-2000, KAON1, OntoEdit, DESIRE

Bibliográficos Fundamentales:

1. Kautish, S.; Agrawal, P.; Madaan, V.; Gupta, C.; Nanda, S. (2022). *Knowledge Engineering for Modern Information Systems: Methods, Models and Tools: 3 (Smart Computing Applications, 3)*. Editorial: De Gruyter, ISBN: 3110713160.
2. Kumar, Ela (2019). *Knowledge Engineering*. Editorial: I K International Publishing House Pvt. Ltd. ISBN-10: 9385909274.
3. Palma, José; Marín, Roque (2011). *Inteligencia Artificial. Técnicas, Métodos y Aplicaciones*. Mac Graw Hill. ISBN: 9788448156183.

Bibliográficos Complementarios:

1. Tecuci, G.; Marcu, D.; Boicu, M.; Schum, D. (2016). *Knowledge Engineering: Building Cognitive Assistants for Evidence-based Reasoning*. Editorial: Cambridge University Press. ISBN:1107122562.
2. Pajares, Gonzálo; Santos, Matilde (2005). *Inteligencia artificial e ingeniería del conocimiento*. Editorial: RA-MA, ISBN-10: 8478976760.

6- Requisito de asistencia

Deberá regirse por el Reglamento Interno del Programa.

**Programa de Actividad Curricular****1- Identificación General**

Nombre de la actividad: Desarrollo Tecnológico	
Subject Name: Technological Development Methodologies	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Mínimo/Fundamental	Prerrequisito: Los que indica el perfil de ingreso
Código:	
Créditos SCT- Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

Actividad curricular mínima/fundamental, de carácter teórico-práctica, diseñada para introducir al estudiante en las problemáticas asociadas al diseño de soluciones del sector industrial y de la sociedad, abordados desde la investigación aplicada, utilizando metodologías de desarrollo tecnológico.

El trabajo se basa en la formulación de un problema de investigación incorporando el análisis del estado del arte de la técnica y sus bases teóricas y empíricas. Se incluyen aspectos de diseño conceptual y estructural, estableciendo un plan de trabajo de investigación y de desarrollo, análisis de riesgos y todo otro elemento que permita una definición clara de soluciones de carácter industrial y de la sociedad.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

Minimum/fundamental curricular activity, of a theoretical-practical nature, designed to introduce the student to the problems associated with the design of solutions in the industrial sector and society, approached from applied research, using technological development methodologies.

The work is based on a research problem formulation, incorporating the technique of state of the art analysis and its theoretical and empirical bases. Features such as conceptual and structural design are included, leading to research and development of a working plan, risk analysis, and any other element that allows a well-defined solution proposal for industry and society.

2- Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.
C3	Transferir conocimiento y tecnología derivado de su investigación, haciendo uso del lenguaje científico-tecnológico adecuado al contexto aportando al desarrollo de la IA y sus aplicaciones con pertinencia territorial.

3- Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C2-RA2. Aplica procedimientos sistemáticos de vigilancia tecnológica para identificar el estado de la técnica en el ámbito de la inteligencia artificial. C2-RA4. Aplica modelos de conocimiento y metodologías de investigación avanzadas que permiten resolver problemas complejos en el ámbito de la inteligencia artificial y sus aplicaciones. C3-RA3 Evalúa la factibilidad de implementación y adopción de soluciones científico - tecnológicas basadas en IA en un entorno real C3-RA4. Define estrategias para la protección de propiedad intelectual y para la creación de empresas de base científico-tecnológica.	Conceptuales 1. La propiedad intelectual. 2. Vigilancia tecnológica. 3. Definición técnica de problemas. 4. Planteamiento general. Procedimentales 5. La investigación en Ingeniería. 6. Informe del estado del arte y de la técnica asociado a un problema propuesto. 7. Análisis de estudio de casos. Actitudinales 8. Fundamentación de decisiones frente a posibles alternativas de métodos de investigación. 9. Aplicación de metodologías de manera rigurosa.

4- Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases y charlas expositivas 2. Aprendizaje basado en problemas 3. Revisiones bibliográficas 4. Estudio de casos 5. Trabajo en equipo	1. Resolución de problemas aplicados: 30% 2. Informes escritos: 30% 3. Exposiciones orales: 40%

**5- Recursos para el aprendizaje****Tecnológicos:** Base de datos científicas.**Bibliográficos Fundamentales:**

1. Walker, Elisa (2020). *Manual de Propiedad Intelectual*. Editorial: Thomson Reuter. ISBN: 9789564001074.cualitativas
2. Ossa, Alvaro (2021). *Del Laboratorio al Mercado*. Ediciones UC. ISBN: 9789561428416.
3. Infante Caffi, M., Santa Ana Loeser, S. y Díaz Albónico, R. (1991). *Propiedad industrial e intelectual y desarrollo tecnológico*. Editorial: Tecnos. ISBN: 8430974172.

Bibliográficos Complementarios:

1. Barberán, Pascual (2018). *Manual práctico de propiedad intelectual (Derecho - Práctica Jurídica)*. ISBN: 8430974172.

6- Requisito de asistencia

Deberá regirse por el Reglamento Interno del Programa.



Programa de Actividad Curricular

1- Identificación General

Nombre de la actividad: Ética en Inteligencia Artificial.	
Subject Name: Artificial intelligence ethics for society	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Mínimo/Fundamental	Prerrequisito: Lo que indica el perfil de ingreso
Código:	
Créditos SCT- Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

Esta actividad curricular es mínima/fundamental. En ella, el estudiante desarrolla su capacidad analítica y reflexiva para enfrentar su futuro rol como investigador o profesional en el campo de la IA, respecto a las responsabilidades éticas, sociales y ambientales de la especialidad. En este contexto, el estudiante reconocerá los riesgos e impactos negativos del uso indebido de la IA y aplicará las políticas establecidas para el bienestar de las personas, el respeto a los derechos humanos y su seguridad.

Esta actividad curricular contribuye al perfil de graduación, mediante un sistema de principios morales, éticos y técnicas destinadas al uso responsable de la información en la inteligencia artificial, fomentando la dignidad humana y promoviendo un desarrollo sustentable.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

This is a minimum/fundamental course. In it, the student develops his/her analytical and reflective capacity to face his/her future role as a researcher or professional in the field of AI, with respect to the ethical, social and environmental responsibilities of the specialty. In this context, the student will recognize the risks and negative impacts of the misuse of AI and will apply the policies established for the well-being of people, respect for human rights and their safety.

This curricular activity contributes to the graduation profile, through a system of moral and ethical principles and techniques aimed at the responsible use of information in artificial intelligence, fomenting human dignity and promoting sustainable development.

2- Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C3	Transferir conocimiento y tecnología derivado de su investigación, haciendo uso del lenguaje científico-tecnológico adecuado al contexto aportando al desarrollo de la IA y sus aplicaciones con pertinencia territorial.
-----------	---

3- Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C3: RA 1 Relaciona las técnicas basadas en sistemas inteligentes con los desafíos de la sociedad en un contexto de desarrollo sostenible con pertinencia territorial. C3: RA3 Evalúa la factibilidad de implementación y adopción de soluciones científico - tecnológicas basadas en IA en un entorno real. C3: RA4. Define estrategias para la protección de propiedad intelectual y para la creación de empresas de base científico-tecnológica.	Conceptuales 1. Ciencia, Tecnología y Sociedad. 2. Responsabilidad Ética de especialistas en IA. 3. Políticas gubernamentales para la IA. Procedimentales 4. Casos de Estudio de Ética en IA para la sociedad y el ambiente Actitudinales 5. Fundamentación de decisiones frente a posibles alternativas de métodos de investigación. 6. Aplicación de metodologías de manera rigurosa.

4- Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases y charlas expositivas 2. Espacios de discusión 3. Aprendizaje basado en casos 4. Trabajo colaborativo 5. Revisión bibliográfica	1. Resolución de problemas aplicados: 40% 2. Informes escritos: 30% 3. Exposiciones orales: 30%

**5- Recursos para el aprendizaje****Tecnológicos:** N/A**Bibliográficos Fundamentales:**

1. Villas, Mónica, Camacho Javier (2022). *Manual de ética aplicada en inteligencia artificial*. Editorial: ANAYA MULTIMEDIA. ISBN: 8441545952.
2. Dubber, M. D., Pasquale, F., & Das, S. (2020). *The Oxford Handbook of Ethics of AI*. Oxford University Press. ISBN: 019006739X.
3. Liu, Z., & Zheng, Y. (2022). *AI Ethics and Governance: Black Mirror and Order*. Editorial: Springer. ISBN: 9811925305.

Bibliográficos Complementarios:

1. MINCIENCIA (2021). Política Nacional de Inteligencia Artificial. Ministro de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, <https://minciencia.gob.cl/areas-de-trabajo/inteligencia-artificial/politica-nacional-de-inteligencia-artificial/> (accessed 3 August 2022).
2. Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018). Artificial intelligence, automation, and work. In *The economics of artificial intelligence: An agenda* (pp. 197-236). University of Chicago Press.
3. ECNL (2021) Position statement on the EU AI Act. ECNL - European Center for Not-For-Profit Law, <https://ecnl.org/sites/default/files/2021-07/ECNL%20EU%20AI%20Act%20Position%20Paper.pdf> (accessed 08 August 2022).

6- Requisito de asistencia

Deberá registrarse por el Reglamento Interno del Programa.

**Programa de Actividad Curricular****1- Identificación General**

Nombre de la actividad: Inteligencia Artificial	
Subject Name: Artificial Intelligence	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Mínimo/Fundamental	Prerrequisito: No aplica
Código:	
Créditos SCT- Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

Esta actividad curricular es mínima/fundamental. En ella el estudiante revisa la teoría de sistemas de Inteligencia Artificial y las distintas aplicaciones donde estos se usan. Se presentan conceptos, representaciones y técnicas usadas en la construcción de sistemas computacionales que simulan conductas inteligentes, por medio de algoritmos de procesamiento de la información. Es deseable que para esta el estudiante tenga conocimientos de estructura de datos y matemática computacional.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

This subject is minimal/fundamental curricular activity. In it, the student reviews the theory of Artificial Intelligence systems and the different applications where they are used. Concepts, representations and techniques used in the construction of computational systems that simulate intelligent behaviors, through information processing algorithms, are presented. It is desirable that for this course the student has knowledge of data structures and computational mathematics.

2- Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.

3- Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA3. Modela el conocimiento que se levanta de un problema en el ámbito de la inteligencia artificial, caracterizando su complejidad, para determinar las estructuras y los métodos más adecuados para su resolución. C1-RA5. Resuelve problemas mediante la aplicación de métodos y modelos de inteligencia artificial, utilizando el conocimiento teórico-práctico. C2-RA4. Aplica modelos de conocimiento y metodologías de investigación avanzadas que permiten resolver problemas complejos en el ámbito de la inteligencia artificial y sus aplicaciones. C2-RA5. Integra técnicas de inteligencia artificial y modelos de conocimiento para la resolución de problemas complejos.	<u>Conceptuales</u> 1. Introducción a la Inteligencia Artificial 2. Representación del conocimiento 3. Resolución de problemas mediante búsqueda 4. Planificación 5. Introducción al aprendizaje automático (Machine Learning) <u>Procedimentales</u> 6. Aplicaciones de la Inteligencia Artificial <u>Actitudinales</u> 7. Fundamentación de decisiones frente a posibles alternativas de métodos de investigación. 8. Aplicación de metodologías de Inteligencia Artificial de manera rigurosa.

4- Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases y charlas expositivas 2. Aprendizaje basado en problemas (ABP) 3. Revisión bibliográfica	1. Certamen: 20% 2. Proyecto: 40% 3. Tareas aplicadas: 30% 4. Presentación oral artículo científico: 10%

**5- Recursos para el aprendizaje****Tecnológicos:** N/A**Bibliográficos Fundamentales:**

1. Stuart Russell, Peter Norvig, (2021) *Artificial Intelligence: A Modern Approach, Global Edition*. Editorial: Pearson; 4. edición. ISBN: 1292401133.
2. Auffarth, Ben (2020). *Artificial Intelligence with Python Cookbook: Proven recipes for applying AI algorithms and deep learning techniques using TensorFlow 2.x and PyTorch 1.6*. Editorial: Packt Publishing (30 octubre 2020). ISBN: 1789133963.
3. Palma, José; Marín, Roque (2011). *Inteligencia Artificial. Técnicas, Métodos y Aplicaciones*. Editorial : McGraw-Hill Interamericana de España S.L. ISBN: 8448156188.

Bibliográficos Complementarios:

1. Klenk, V. (2008). *Understanding symbolic logic* (5ª edición). Pearson. ISBN: 9780132051521.
2. Huth, M y Ryan, M. (2004). *Logic in computer science; modelling and reasoning about systems* (2ª edición). Cambridge University Press. ISBN: 9780521543101.
3. Pajares, Gonzálo; Santos, Matilde (2005). *Inteligencia artificial e ingeniería del conocimiento*. Editorial: RA-MA, ISBN: 8478976760.

6- Requisito de asistencia

Deberá regirse por el Reglamento Interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Investigación en Inteligencia Artificial	
Subject Name: Artificial Intelligence Research	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Mínimo/Fundamental	Prerrequisito: No aplica
Código:	
Créditos SCT- Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

Esta actividad curricular es mínima/fundamental. Actividad Curricular teórico-práctica que estudia los métodos y técnicas que utiliza el trabajo científico tradicional. Con orientación hacia la Inteligencia Artificial, presenta una visión diferenciada entre el trabajo científico para aumentar el conocimiento en IA y el interdisciplinario, que busca aportar en otras ciencias desde la IA; lo que deriva en conocer métodos y técnicas propias de disciplinas como la Astronomía, Matemática, Cs. Sociales, Humanidades, Educación, Psicología, Neurociencias, Lingüística, entre otras.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

This course is minimal/fundamental. Theoretical-practical curricular activity that studies the methods and techniques used in traditional scientific work. Oriented towards Artificial Intelligence, it presents a differentiated vision between scientific work to increase knowledge in AI and interdisciplinary work, which seeks to contribute to other sciences from AI; which derives in knowing methods and techniques from disciplines such as Astronomy, Mathematics, Social Sciences, Humanities, Education, Psychology, Neurosciences, Linguistics, among others.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada, para la resolución de problemas complejos, mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.
-----------	--

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
RA1. Sistematiza información científica para identificar el estado del arte de una problemática específica en el contexto de la inteligencia artificial. RA2. Aplica procedimientos sistemáticos de vigilancia tecnológica para identificar el estado de la técnica en el ámbito de la inteligencia artificial. RA3. Formula propuestas de investigación básica o aplicada desde un enfoque interdisciplinar que aporte conocimiento de frontera en el ámbito de la inteligencia artificial y sus aplicaciones en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible. RA6. Desarrolla investigación básica o aplicada, desde un enfoque interdisciplinar, para la resolución de problemas complejos en el ámbito de la inteligencia artificial.	<u>Conceptuales</u> 1. Bases epistemológicas de la Investigación científica particularmente en IA e IC. 2. El método científico en distintos campos de la ciencia, particularmente en IA. 3. Aspectos metodológicos en IA. La IA como ciencia y la IA como Ingeniería. 4. Planteamiento del problema y su alcance según el nivel de conocimiento. <u>Procedimentales</u> 5. Elaboración de un marco teórico o desarrollo de revisiones sistemáticas. 6. Formulación de hipótesis o preguntas de investigación. 7. Diseño experimentales y no experimentales de investigación. 8. Construcción de instrumentos y su validación. 9. Muestras y recolección de datos. 10. Análisis de datos cuantitativos y cualitativos. 11. Técnicas cualitativas y cuantitativas avanzadas, de procesamiento de información y contraste de hipótesis. 12. Uso de programas informáticos en el análisis de datos, idealmente ATLAS.ti, JASP, SPSS Y GEPHI. 13. Análisis y presentación de resultados. <u>Actitudinales</u> 14. Fundamentación de decisiones frente a posibles alternativas de métodos de investigación. 15. Aplicación de metodologías de manera rigurosa. 16. Difusión de los resultados obtenidos.

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases y charlas expositivas. 2. Aprendizaje basado en problemas (ABP). 3. Revisión bibliográfica. 4. Estudio de casos.	1. Evaluaciones formativas: 40% 2. Informes escritos: 30% 3. Exposiciones orales: 30%

5. Recursos para el aprendizaje.

Tecnológicos:

1. Software de análisis de datos (cualitativos y cuantitativos).

Bibliográficos Fundamentales:

1. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2020). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw-Hill, México – 6ta edición. ISBN: 145627774X
2. Tang, Herman (2020). *Engineering Research: Design, Methods, and Publication*. Editorial: Wiley, ISBN: 1119624487.
3. Palma, José; Marín, Roque (2011). *Inteligencia Artificial. Técnicas, Métodos y Aplicaciones*. Editorial: McGraw-Hill Interamericana de España S.L. ISBN: 8448156188.

Bibliográficos Complementarios:

1. Thiel, David (2021). *Research Methods for Engineers*. Editorial : New Publisher, ISBN: 1107034884.
2. Pérez, J. (2019). *Revisión sistemática de literatura en ingeniería*. Editorial: IDINNOV; segunda edición. ISBN: 9585889773

6. Requisito de asistencia

Deberá registrarse por el Reglamento interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Investigación Dirigida	
Subject Name: Directed Research	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Mínimo/Fundamental	Prerrequisito: No aplica
Código:	
Créditos SCT- Chile: 12	Horas Presenciales: 108 Horas No Presenciales: 252

a. Descripción de Actividad Curricular

Esta actividad curricular es mínima/fundamental. En esta actividad curricular, los estudiantes desarrollan un tema de investigación fundamental o aplicada en Inteligencia Artificial bajo la tutela de un académico del programa. Define un problema de investigación, estudian el estado del arte y desarrollan una nueva solución que aborde la problemática propuesta, demostrando autonomía y responsabilidad para concluir el proyecto.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

In this curricular activity, students develop a fundamental or applied research topic in Artificial Intelligence under the tutelage of an academic from the program. They define a research problem, study the state of the art and develop a new solution that addresses the proposed problem, demonstrating autonomy and responsibility to complete the project.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.
C3	Transferir conocimiento y tecnología derivado de su investigación, haciendo uso del lenguaje científico-tecnológico adecuado al contexto aportando al desarrollo de la IA y sus aplicaciones con pertinencia territorial.

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA3. Modela el conocimiento que se levanta de un problema en el ámbito de la inteligencia artificial, caracterizando su complejidad, para determinar las estructuras y los métodos más adecuados para su resolución. C1-RA5. Resuelve problemas mediante la aplicación de métodos y modelos de inteligencia artificial, utilizando el conocimiento teórico-práctico. C2-RA3. Formula propuestas de investigación básica o aplicada desde un enfoque interdisciplinar que aporte conocimiento de frontera en el ámbito de la inteligencia artificial y sus aplicaciones en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible. C3-RA2 Comunica los resultados de investigación en forma oral y escrita utilizando un lenguaje científico tecnológico adecuado al contexto.	<u>Conceptuales</u> 1. Métodos específicos del área de desarrollo del proyecto. <u>Procedimentales</u> 2. Formulación de proyectos de investigación en Inteligencia Artificial. 3. Evaluación de soluciones en Inteligencia Artificial. 4. Cuantificación del problema y estimación de brechas tecnológicas en Inteligencia Artificial. 5. Metodologías de investigación aplicadas a la Inteligencia Artificial. 6. Métodos específicos del área de desarrollo del proyecto. <u>Actitudinales</u> 7. Fundamentación de decisiones frente a posibles alternativas de métodos de investigación. 8. Aplicación de metodologías de manera rigurosa.

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Aprendizaje basado en problemas (ABP) 2. Exposiciones 3. Estudio dirigido 4. Revisión bibliográfica	1. Informes escritos: 50% 2. Exposiciones orales: 50%

5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos: N/A

Bibliográficos Fundamentales:

1. Pérez, J. (2019). *Revisión sistemática de literatura en ingeniería*. Editorial: IDINNOV; segunda edición. ISBN: 9585889773
2. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2020). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw-Hill, México – 6ta edición. ISBN: 145627774X
3. Tang, Herman (2020). *Engineering Research: Design, Methods, and Publication*. Editorial: Wiley, ISBN: 1119624487.

Bibliográficos Complementarios:

1. La bibliografía complementaria será entregada por el profesor que dirija a el/la alumno/a y dependerá del área elegida.

6. Requisito de asistencia

Deberá regirse por el Reglamento Interno del Programa.



Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Seminario de Investigación I	
Subject Name: Research Seminar I	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Mínimo/Fundamental	Prerrequisito: No aplica
Código:	
Créditos SCT- Chile: 18	Horas Presenciales: 36 Horas No Presenciales: 504

a. Descripción de Actividad Curricular

En esta actividad curricular se discuten y aplican los fundamentos, potencialidades y limitaciones de la investigación científica en el ámbito de la Inteligencia Artificial y sus aplicaciones. El estudiante realizará un análisis y discusión bibliográfica del estado del arte en alguna de las líneas de desarrollo del programa.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

In this course, the potential and limitations of scientific research in the field of Artificial Intelligence and their application will be discussed. The student will carry out a bibliographic analysis and discussion of the state of the art in one of the lines of development of the program.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa.

C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.
-----------	--

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C2: RA1. Sistematiza información científica para identificar el estado del arte de una problemática específica en el contexto de la inteligencia artificial. C2: RA2. Aplica procedimientos sistemáticos de vigilancia tecnológica para identificar el estado de la técnica en el ámbito de la inteligencia artificial. C2: RA3. Formula propuestas de investigación básica o aplicada desde un enfoque interdisciplinar que aporte conocimiento de frontera en el ámbito de la inteligencia artificial y sus aplicaciones en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.	<u>Conceptuales</u> 1. Elaboración del estado del arte 2. Definición de las preguntas de investigación. 3. Análisis de Información bibliográfica. <u>Procedimentales</u> 4. Utilización de herramientas informáticas para la búsqueda, procesamiento y análisis de información 5. Técnicas para la presentación oral y escrita de los resultados. 6. Planificación del proceso de investigación. 7. Aplicar procedimientos sistemáticos de vigilancia tecnológica para identificar brechas tecnológicas y de conocimiento <u>Actitudinales</u> 8. Fundamentación de decisiones frente a posibles alternativas de métodos de investigación. 9. Aplicación de metodologías de manera rigurosa.

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Revisión Bibliográfica 2. Presentaciones orales y escritas	1. Informe escrito 60% 2. Exposición oral 40%



5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos:

1. Bases de Datos de revistas electrónicas

Bibliográficos:

2. Rivas, L. (2020). Elaboración de tesis. Estructura y metodología. México DF: Trillas. ISBN: 9786071738813
3. Deb, D., Dey, R., & Balas, V. E. (2019). Engineering research methodology. Reino Unido: Springer. ISBN: 981132946X
4. Pérez, J. (2019). Revisión *sistemática de literatura en ingeniería*. Editorial: IDINNOV; segunda edición. ISBN: 9585889773

Bibliográficos Complementarios:

5. Palma, José; Marín, Roque (2011). *Inteligencia Artificial. Técnicas, Métodos y Aplicaciones*. Editorial: McGraw-Hill Interamericana de España S.L. ISBN: 8448156188.

6. Requisito de asistencia

Deberá regirse por el Reglamento Interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Seminario de Investigación II	
Subject Name: Research Seminar II	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Mínimo/Fundamental	Prerrequisito: Seminario de Investigación I
Código:	
Créditos SCT- Chile: 18	Horas Presenciales: 36 Horas No Presenciales: 504

a. Descripción de Actividad Curricular

En esta actividad curricular el estudiante desarrollará las capacidades para presentar una definición clara y factible de su propuesta de tesis doctoral. Para ello, el estudiante en conjunto con un comité determinará el área específica en la que se llevará a cabo el trabajo de investigación.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

In this course the student will develop the skills to present a clear and feasible definition of his/her doctoral thesis proposal. For this purpose, the student and an academic committee, will determine the specific research work to be carried out.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.
C3	Transferir conocimiento y tecnología derivado de su investigación, haciendo uso del lenguaje científico-tecnológico adecuado al contexto aportando al desarrollo de la IA y sus aplicaciones con pertinencia territorial.

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C2RA5. Integra técnicas de inteligencia artificial y modelos de conocimiento para la resolución de problemas complejos. C3RA1. Relaciona las técnicas basadas en sistemas inteligentes con los desafíos de la sociedad en un contexto de desarrollo sostenible con pertinencia territorial. C3RA2. Comunica los resultados de investigación en forma oral y escrita utilizando un lenguaje científico tecnológico adecuado al contexto. C3RA3. Evalúa la factibilidad [41] de implementación y adopción de soluciones científico - tecnológicas basadas en IA en un entorno real	Conceptuales 1. Definición de las preguntas de investigación. 2. Establecer la brecha de conocimiento. Procedimentales 3. Recolección de información, análisis y planteamiento de hipótesis. 4. Técnicas para la presentación oral y escrita de los resultados. 5. Planificación del proceso de investigación. Propuesta de tesis doctoral Actitudinales 6. Fundamentación de decisiones frente a posibles alternativas de métodos de investigación. 7. Rigurosidad en la aplicación de metodologías de investigación

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Revisión Bibliográfica 2. Presentaciones orales y escritas Hito I: Hito I Semestre IV, denominado “Examen de candidatura o calificación”: corresponde a la instancia evaluativa final de la actividad curricular seminario de investigación II. El examen de candidatura consiste en la defensa del proyecto de tesis.	1. Informe escrito 60 % 2. Exposición oral 40 % Hito I: El que será evaluado mediante rubricas elaboradas por el cuerpo académico, con las cuales la comisión de evaluación, deberá revisar y retroalimentar el proyecto de tesis. En caso de existir reprobación por parte del doctorando/a, podrá acceder a retroalimentación y acompañamiento de su profesor guía para mejorar el proyecto de tesis, que deberá ser presentado nuevamente a la comisión evaluadora en un periodo no superior a 90 días corridos. Si vuelve a reprobado en segunda instancia

	perderá definitivamente la condición de alumno/a del programa. La aprobación del proyecto de tesis otorgará la suficiencia investigadora del doctorando/a, quedando habilitado/a para la inscripción de la actividad curricular Tesis I. La comisión evaluadora estará conformada por: - - Académico Interno 1 - Académico Interno 2 - Académico Externo Dos académicos serán pertenecientes a las universidades del consorcio y un académico será externo al consorcio, en donde cada miembro de la comisión emitirá una calificación independiente que será ponderada de manera equitativa en la calificación final del hito. El profesor guía del proyecto de tesis y el director del programa formaran parte de esta comisión sin emitir calificación.
--	---

5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos:

1. Bases de Datos de revistas electrónicas

Bibliográficos: Bibliográficos:

2. Rivas, L. (2020). Elaboración de tesis. Estructura y metodología. México DF: Trillas. ISBN:9786071738813
3. Deb, D., Dey, R., & Balas, V. E. (2019). Engineering research methodology. Reino Unido: Springer. ISBN: ISBN: 981132946X
4. Pérez, J. (2019). Revisión *sistemática de literatura en ingeniería*. Editorial: IDINNOV; segunda edición. ISBN: 9585889773

Bibliográficos Complementarios:

5. Palma, José; Marín, Roque (2011). *Inteligencia Artificial. Técnicas, Métodos y Aplicaciones*. Editorial: McGraw-Hill Interamericana de España S.L. ISBN: 8448156188.

6. Requisito de asistencia

Deberá regirse por el Reglamento Interno del Programa.



Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Tesis I	
Subject Name: Thesis I	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Mínimo/Fundamental	Prerrequisito: Seminario de Investigación II
Código:	
Créditos SCT- Chile: 30	Horas Presenciales: 36 Horas No Presenciales: 864

a. Descripción de Actividad Curricular

Esta actividad curricular está orientada fundamentalmente a plantear el problema de investigación y levantar el estado del arte y marco teórico de la propuesta que consiste en la ejecución de la investigación aprobada en el Proyecto de Tesis, desarrollada bajo estricta supervisión de un director de Tesis, y orientada a la generación del documento final que el estudiante someterá para el Examen de Grado. La Tesis es la culminación práctica del trabajo académico del estudiante en el Programa, y constituye el medio a través del cual debe demostrar el apropiado ejercicio de las competencias adquiridas para obtener el Grado de Doctorado.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

This curricular activity is fundamentally oriented to raise the research problem and raise the state of the art and theoretical framework of the proposal that consists of the execution of the research approved in the Thesis Project, developed under the strict supervision of a Thesis director, and Oriented to the generation of the final document that the student will submit for the Degree Exam. The Thesis is the practical culmination of the student's academic work in the Program, and constitutes the means through which they must demonstrate the appropriate exercise of the acquired competences to obtain the Doctoral Degree.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.
C3	Transferir conocimiento y tecnología derivado de su investigación, haciendo uso del lenguaje científico-tecnológico adecuado al contexto aportando al desarrollo de la IA y sus aplicaciones con pertinencia territorial.

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA2. Analizar características relevantes en un conjunto de datos que permitan establecer modelos para resolver problemas complejos. C2-RA1. Sistematiza información científica para identificar el estado del arte de una problemática específica en el contexto de la inteligencia artificial. C2-RA4. Aplica modelos de conocimiento y metodologías de investigación avanzadas que permiten resolver problemas complejos en el ámbito de la inteligencia artificial y sus aplicaciones. C3-RA1 Relaciona las técnicas basadas en sistemas inteligentes con los desafíos de la sociedad en un contexto de desarrollo sostenible con pertinencia territorial.	<u>Conceptuales</u> 1. El problema de investigación; 2. El estado del arte y marco teórico de la propuesta (eventualmente, situarse en el marco teórico y desde allí plantear el problema). <u>Procedimentales</u> 3. Las preguntas de investigación. 4. Revisión sistemática de las investigaciones desarrolladas o meta-análisis. 5. La o las hipótesis de investigación <u>Actitudinales</u> 6. Confidencialidad en el manejo de información. 7. Toma de decisión correctamente fundamentada frente a posibles alternativas de métodos de investigación.

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. El estudiante deberá elaborar al menos dos informes de avance de su investigación 2. Revisión por parte por su profesor guía 3. Presentación del estudiante ante sus pares y sometidos a la crítica.	1. Informe 30% 2. Informe 70% Nota: esta actividad cuenta con una evaluación independiente, no obstante, constituye el 40% de logro en la progresión del informe final de tesis IV.

5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos: 1. Depende de la línea de Investigación y lo sugerido por el profesor guía.
Bibliográficos Fundamentales: 1. La bibliografía básica dependerá de la línea de Investigación y lo sugerido por el profesor guía.
Bibliográficos Complementarios: 3. Pérez, J. (2019). Revisión sistemática de literatura en ingeniería. Editorial: IDINNOV; segunda edición. 4. Tang, Herman (2020). Engineering Research: Design, Methods, and Publication. Editorial: Wiley, ISBN: 1119624487. 5. Thiel, David (2021). Research Methods For Engineers. Editorial: New Publisher, ISBN: 1107034884. 6. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2020). Metodología de la Investigación. Mc Graw-Hill, México – 6ta edición. ISBN: 145627774X

6. Requisito de asistencia

Deberá registrarse por el Reglamento Interno del Programa.



Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Tesis II	
Subject Name: Thesis II	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Mínimo/Fundamental	Prerrequisito: Tesis I
Código:	
Créditos SCT- Chile: 30	Horas Presenciales: 36 Horas No Presenciales: 864

a. Descripción de Actividad Curricular

Esta actividad curricular esta orientada fundamentalmente a determinar el método de investigación, establecer objetivos y plan de trabajo con las actividades correspondientes de la propuesta que consiste en la ejecución de la investigación aprobada en el Proyecto de Tesis, desarrollada bajo estricta supervisión de un director de Tesis, y orientada a la generación del documento final que el estudiante someterá para el Examen de Grado. La Tesis es la culminación práctica del trabajo académico del estudiante en el Programa, y constituye el medio a través del cual debe demostrar el apropiado ejercicio de las competencias adquiridas para obtener el Grado de Doctorado.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

This curricular activity is fundamentally oriented to determine the research method, establish objectives and work plan with the corresponding activities of the proposal that consists of the execution of the research approved in the Thesis Project, developed under the strict supervision of a Thesis director. , and oriented to the generation of the final document that the student will submit for the Degree Exam. The Thesis is the practical culmination of the student's academic work in the Program, and constitutes the means through which they must demonstrate the appropriate exercise of the acquired competences to obtain the Doctoral Degree.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.
C3	Transferir conocimiento y tecnología derivado de su investigación, haciendo uso del lenguaje científico-tecnológico adecuado al contexto aportando al desarrollo de la IA y sus aplicaciones con pertinencia territorial.

3. Resultados de Aprendizaje.

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA3. Modelar el conocimiento que se levanta de un problema en el ámbito de la inteligencia artificial, caracterizando su complejidad, para determinar las estructuras y los métodos más adecuados para su resolución. C2-RA2. Aplica procedimientos sistemáticos de vigilancia tecnológica para identificar el estado de la técnica en el ámbito de la inteligencia artificial. C2-RA3. Formula propuestas de investigación básica o aplicada desde un enfoque interdisciplinar que aporte conocimiento de frontera en el ámbito de la inteligencia artificial y sus aplicaciones en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible. C3-RA1 Relaciona las técnicas basadas en sistemas inteligentes con los desafíos de la sociedad en un contexto de desarrollo sostenible con pertinencia territorial.	<u>Conceptuales</u> 1. La o las hipótesis de investigación 2. El método de investigación 3. Los objetivos de investigación <u>Procedimentales</u> 4. Determinar el método de investigación 5. Establecer objetivo general y específicos. 6. El plan de trabajo con las actividades correspondientes para el logro de los objetivos. <u>Actitudinales</u> 7. Confidencialidad en el manejo de información. 8. Toma de decisión correctamente fundamentada frente a posibles alternativas de métodos de investigación.

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. El estudiante deberá elaborar al menos dos informes de avance de su investigación 2. Revisión por parte por su profesor guía 3. Presentación del estudiante ante sus pares y sometidos a la crítica. Hito II: Hito II Semestre VI, denominado “Informe de avance de Tesis”: corresponde a la instancia evaluativa final de la actividad curricular Tesis II. Al sexto semestre, en el marco de la actividad curricular Tesis II, el doctorando/a deberá presentar un avance de tesis doctoral, mediante informe escrito.	1. Informe 30% 2. Informe 70% Nota: esta actividad cuenta con una evaluación independiente, no obstante, constituye el 60% de logro en la progresión del informe final de tesis IV. Hito II: La evaluación del hito II estará en manos de una comisión evaluadora que examine tanto el avance de tesis presentado como la defensa de este mismo, dicha comisión evaluadora estará conformada por: - Académico Interno 1 - Académico Interno 2 - Académico Externo Dos académicos serán pertenecientes a las universidades del consorcio y un académico será externo al consorcio, en donde cada miembro de la comisión emitirá una calificación independiente que será ponderada de manera equitativa en la calificación final del hito. El profesor guía del proyecto de tesis y el director del programa formaran parte de esta comisión sin emitir calificación. Se utilizarán rubricas evaluativas, elaboradas por el cuerpo académico, con las cuales la comisión de evaluación, deberá revisar y retroalimentar el avance de tesis. En caso de existir reprobación por parte del doctorando/a, podrá acceder a retroalimentación y acompañamiento de su profesor guía para mejorar el proyecto de tesis, que deberá ser presentado nuevamente a la comisión evaluadora en un periodo no superior a 30 días corridos. Si vuelve a reprobado en segunda instancia perderá definitivamente la condición de alumno/a del programa.



5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos:

1. Depende de la línea de Investigación y lo sugerido por el profesor guía.

Bibliográficos Fundamentales:

2. La bibliografía básica dependerá de la línea de Investigación y lo sugerido por el profesor guía.

Bibliográficos Complementarios:

3. Pérez, J. (2019). Revisión sistemática de literatura en ingeniería. Editorial: IDINNOV; segunda edición.
4. Tang, Herman (2020). Engineering Research: Design, Methods, and Publication. Editorial: Wiley, ISBN: 1119624487.
5. Thiel, David (2021). Research Methods For Engineers. Editorial : New Publisher, ISBN: 1107034884.
6. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2020). Metodología de la Investigación. Mc Graw-Hill, México – 6ta edición. ISBN: 145627774X

6. Requisito de asistencia

Deberá regirse por el Reglamento Interno del Programa.



Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Tesis III	
Subject Name: Thesis III	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Mínimo/Fundamental	Prerrequisito: Tesis II
Código:	
Créditos SCT- Chile: 30	Horas Presenciales: 36 Horas No Presenciales: 864

a. Descripción de Actividad Curricular

Esta actividad curricular esta orientada fundamentalmente a desarrollar técnicas de análisis de datos del problema en estudio y técnicas de desarrollo de tecnología del problema que se espera resolver para la ejecución de la investigación aprobada en el Proyecto de Tesis, desarrollada bajo estricta supervisión de un director de Tesis, y orientada a la generación del documento final que el estudiante someterá para el Examen de Grado. La Tesis es la culminación práctica del trabajo académico del estudiante en el Programa, y constituye el medio a través del cual debe demostrar el apropiado ejercicio de las competencias adquiridas para obtener el Grado de Doctorado.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

This curricular activity is fundamentally oriented towards developing data analysis techniques for the problem under study and technology development techniques for the problem that is expected to be solved for the execution of the research approved in the Thesis Project, developed under the strict supervision of a director of Thesis, and oriented to the generation of the final document that the student will submit for the Degree Exam. The Thesis is the practical culmination of the student's academic work in the Program, and constitutes the means through which they must demonstrate the appropriate exercise of the acquired competences to obtain the Doctoral Degree.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.
C3	Transferir conocimiento y tecnología derivado de su investigación, haciendo uso del lenguaje científico-tecnológico adecuado al contexto aportando al desarrollo de la IA y sus aplicaciones con pertinencia territorial.

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA4. Evaluar métodos de inteligencia artificial a través de métricas de desempeño que permitan orientar la estrategia más adecuada para la resolución del problema.	<u>Conceptuales</u> 1. Técnicas de análisis de datos del problema en estudio. 2. Técnicas de desarrollo de tecnología del problema que se espera resolver (en el caso de ser aplicada).
C2-RA4. Aplica modelos de conocimiento y metodologías de investigación avanzadas que permiten resolver problemas complejos en el ámbito de la inteligencia artificial y sus aplicaciones.	<u>Procedimentales</u> 3. Modelos de conocimiento y metodologías de investigación 4. Análisis de datos 5. Implementación de soluciones tecnológicas (en el caso de ser aplicada).
C2-RA6. Desarrolla investigación básica o aplicada, desde un enfoque interdisciplinar, para la resolución de problemas complejos en el ámbito de la inteligencia artificial.	
C3-RA 1 Relaciona las técnicas basadas en sistemas inteligentes con los desafíos de la sociedad en un contexto de desarrollo sostenible con pertinencia territorial.	<u>Actitudinales</u> 6. Rigurosidad en la aplicación de metodologías de investigación.

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. El estudiante deberá elaborar al menos dos informes de avance de su investigación 2. Revisión por parte por su profesor guía 3. Presentación del estudiante ante sus pares y sometidos a la crítica.	1. Informe 30% 2. Informe 70% Nota: esta actividad cuenta con una evaluación independiente, no obstante, constituye el 80% de logro en la progresión del informe final de tesis IV.

5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos: 1. Depende de la línea de Investigación y lo sugerido por el profesor guía.
Bibliográficos Fundamentales: 2. La bibliografía básica dependerá de la línea de Investigación y lo sugerido por el profesor guía.
Bibliográficos Complementarios: 3. Pérez, J. (2019). Revisión sistemática de literatura en ingeniería. Editorial: IDINNOV; segunda edición. 4. Tang, Herman (2020). Engineering Research: Design, Methods, and Publication. Editorial: Wiley, ISBN: 1119624487. 5. Thiel, David (2021). Research Methods For Engineers. Editorial: New Publisher, ISBN: 1107034884. 6. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2020). Metodología de la Investigación. Mc Graw-Hill, México – 6ta edición. ISBN: 145627774X

6. Requisito de asistencia

Deberá regirse por el Reglamento Interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Tesis IV	
Subject Name: Thesis IV	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Mínimo/Fundamental	Prerrequisito: Tesis III
Código:	
Créditos SCT- Chile: 28	Horas Presenciales: 36 Horas No Presenciales: 804

a. Descripción de Actividad Curricular

Esta actividad esta orientada fundamentalmente a la transferencia de conocimiento y tecnología y escritura científica para la ejecución de la investigación aprobada en el Proyecto de Tesis, desarrollada bajo estricta supervisión de un director de Tesis, y orientada a la generación del documento final que el estudiante someterá a revisión de la comisión evaluadora y posteriormente a defensa para el Examen de Grado. La Tesis es la culminación práctica del trabajo académico del estudiante en el Programa, y constituye el medio, a través del cual debe demostrar el apropiado ejercicio de las competencias adquiridas para obtener el Grado de Doctorado.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

This activity is fundamentally oriented to the transfer of knowledge and technology and scientific writing for the execution of the research approved in the Thesis Project, developed under the strict supervision of a Thesis director, and oriented to the generation of the final document that the student will submit. to review of the evaluation commission and later to defense for the Degree Exam. The Thesis is the practical culmination of the student's academic work in the Program, and constitutes the means

through which they must demonstrate the appropriate exercise of the acquired competencies to obtain the Doctoral Degree.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.
C3	Transferir conocimiento y tecnología derivado de su investigación, haciendo uso del lenguaje científico-tecnológico adecuado al contexto aportando al desarrollo de la IA y sus aplicaciones con pertinencia territorial.

3. Resultados de Aprendizaje.

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA5. Resolver problemas mediante la aplicación de métodos y modelos de inteligencia artificial, utilizando el conocimiento teórico-práctico.	<u>Conceptuales</u> 1. Transferencia de conocimiento y tecnología. 2. Escritura científica
C2-RA7. Genera conocimiento y tecnología de frontera a partir de resultados de investigación, en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.	<u>Procedimentales</u> 3. Elaboración de artículos 4. Conclusiones 5. Proyecciones
C3-RA2. Comunica los resultados de investigación en forma oral y escrita utilizando un lenguaje científico tecnológico adecuado al contexto.	<u>Actitudinales</u> 6. Confidencialidad en el manejo de información. 7. Rigurosidad en la aplicación de metodologías de investigación.
C3-RA5. Transfiere soluciones integrales basadas en IA que permitan la resolución problemas complejos en las áreas de impacto de desarrollo regional	

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Una reunión semanal entre el estudiante y su tutor. 2. Discusión de literatura relevante al tema de investigación. 3. Registro de su estado de avance en su cuaderno de laboratorio, informes de avance, o bitácoras de reunión con su supervisor. 4. Elaboración de informe escrito de investigación parte del estudiante. 5. Revisión de informe y retroalimentación por parte del profesor guía. 6. Entrega de informe final de escrito de tesis IV, por parte del estudiante a la comisión evaluadora para evaluación.	1. Informe 30% 2. Informe 70% Nota: esta actividad cuenta con una evaluación independiente, no obstante, constituye el 100% de logro en la progresión del informe final de tesis IV iniciada en tesis I. Hito III: La evaluación final de Tesis IV se llevará a cabo mediante la actividad evaluativa correspondiente al Hito III, denominada: “Aprobación Informe Escrito. Este informe escrito de la tesis será aprobado y entregado por el profesor/a guía para que el doctorando lo derive al director/a del programa, quien constituirá la Comisión de Evaluación conformada por: - Académico/a Interno 1 - Académico/a Interno 2 - Académico /a Externo Dos académicos/as serán pertenecientes a las universidades del consorcio y un académico/a será externo al consorcio, en donde cada miembro de la comisión emitirá una calificación independiente que será ponderada de manera equitativa en la calificación final. El profesor/a guía de tesis y el director/a del programa formaran parte de esta comisión sin emitir calificación. Se utilizarán rubricas evaluativas, elaboradas por el cuerpo académico/a

	asignado a la dirección de tesis, con las cuales el comité de evaluación de Tesis IV, deberá revisar y retroalimentar el informe de tesis en un periodo de 15 días hábiles, acto seguido el/la doctorando/a tendrá un plazo de cinco días hábiles para realizar las correcciones pertinentes si las hubiera, finalmente la comisión evaluadora calificará el informe de tesis, ésta corresponderá a la calificación de la actividad curricular Tesis IV. En caso de existir reprobación por parte del doctorando/a, esto representa la pérdida del programa. Por último, una vez aprobado el escrito y obtenida la calificación formal de Tesis IV, por parte del comité de evaluación, el doctorando avanza a la siguiente y última actividad curricular que será examen de grado, en donde realizará una defensa pública que será evaluada por la misma comisión evaluadora de Tesis IV.
--	--

5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos:

1. Depende de la línea de Investigación y lo sugerido por el profesor guía.

Bibliográficos Fundamentales:

1. La bibliografía básica dependerá de la línea de Investigación y lo sugerido por el profesor guía.

Bibliográficos Complementarios:

1. Pérez, J. (2019). Revisión sistemática de literatura en ingeniería. Editorial: IDINNOV; segunda edición.
2. Tang, Herman (2020). Engineering Research: Design, Methods, and Publication. Editorial: Wiley, ISBN: 1119624487.
3. Thiel, David (2021). Research Methods For Engineers. Editorial: New Publisher, ISBN: 1107034884.
4. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2020). Metodología de la Investigación. Mc Graw-Hill, México – 6ta edición. ISBN: 145627774X



UCSC



Universidad
de Concepción



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA



DOCTORADO EN
**INTELIGENCIA
ARTIFICIAL**

6. Requisito de asistencia

Deberá registrarse por el Reglamento Interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Examen de grado	
Subject Name: Grade test	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Mínimo/Fundamental	Prerrequisito: Tesis IV
Código:	
Créditos SCT- Chile: 2	Horas Presenciales: 6 Horas No Presenciales: 54

a. Descripción de Actividad Curricular

Examen de grado, es una actividad curricular en la cual el estudiante prepara una presentación escrita y realiza la defensa de los resultados obtenidos producto del trabajo de tesis IV y para rendir un examen de grado ante una comisión.

Este examen es la culminación del trabajo académico del estudiante en el Programa, le permite demostrar el apropiado ejercicio de las competencias adquiridas para obtener el Grado de Doctorado siendo evaluado por una comisión evaluadora conformada por el docente guía, académicos internos y externos al programa.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

Graduation exam is a curricular activity in which the student prepares a written presentation and defends the results obtained as a result of the IV thesis work and to take a grade exam before a commission.

This exam is the culmination of the student's academic work in the Program, it allows him to demonstrate the appropriate exercise of the acquired competences to obtain the Doctorate Degree, being evaluated by a commission/court made up of the guiding teacher, internal and external academics to the program.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.
C3	Transferir conocimiento y tecnología derivado de su investigación, haciendo uso del lenguaje científico-tecnológico adecuado al contexto aportando al desarrollo de la IA y sus aplicaciones con pertinencia territorial.

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA5. Resolver problemas mediante la aplicación de métodos y modelos de inteligencia artificial, utilizando el conocimiento teórico-práctico. C2-RA7. Genera conocimiento y tecnología de frontera a partir de resultados de investigación, en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible. C3-RA2. Comunica los resultados de investigación en forma oral y escrita utilizando un lenguaje científico tecnológico adecuado al contexto. C3-RA5. Transfiere soluciones integrales basadas en IA que permitan la resolución problemas complejos en las áreas de impacto de desarrollo regional	<u>Conceptuales</u> 8. Transferencia de conocimiento y tecnología. 9. Escritura académica. <u>Procedimentales</u> 10. Elaboración de defensa. 11. Asociación y extrapolación conceptual y teoría. 12. Conclusiones 13. Proyecciones <u>Actitudinales</u> 14. Confidencialidad en el manejo de información. 15. Rigurosidad en la aplicación de metodologías de investigación.

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas								
1. Reunión de preparación con el profesor Guía en las que serán utilizadas las 6 horas presenciales declaradas al inicio. 2. Entrega de procedimiento y normas de elaboración por parte del docente guía. 3. Elaboración de defensa por parte del estudiante en base a su informe escrito de tesis IV. 4. Defensa del informe escrito de tesis IV, por parte del estudiante ante la comisión evaluadora para evaluación.	1. La evaluación será realizada por el comité de evaluación, conformado por: - Académico Interno 1 - Académico Interno 2 - Académico Externo Dos académicos serán pertenecientes a las universidades del consorcio y un académico será externo al consorcio, en donde cada miembro de la comisión emitirá una calificación independiente que será ponderada de manera equitativa en la calificación final. El profesor guía de tesis y el director del programa formaran parte de esta comisión sin emitir calificación. 2. El proceso de evaluación y calificación consiste en:<table><tr><td>Instrumentos de evaluación</td><td>%</td></tr><tr><td>Exposición oral y escrita</td><td>30%</td></tr><tr><td>Defensa de la Tesis</td><td>70%</td></tr><tr><td>Total</td><td>100%</td></tr></table> 3. El Examen de grado corresponde a la defensa y pondera 20% de la nota final del grado o plan de estudio (promedio cursos hasta tesis III 60%+Tesis IV 20%+Examen de grado 20%) 4. La pauta de evaluación y nota mínima de aprobación se encuentran definidas en el Reglamento Interno del programa.	Instrumentos de evaluación	%	Exposición oral y escrita	30%	Defensa de la Tesis	70%	Total	100%
Instrumentos de evaluación	%								
Exposición oral y escrita	30%								
Defensa de la Tesis	70%								
Total	100%								



5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos:

1. Depende de la línea de Investigación y lo sugerido por el profesor guía.

Bibliográficos Fundamentales:

1. La bibliografía básica dependerá de la línea de Investigación y lo sugerido por el profesor guía.

Bibliográficos Complementarios:

1. Pérez, J. (2019). Revisión sistemática de literatura en ingeniería. Editorial: IDINNOV; segunda edición.
2. Tang, Herman (2020). Engineering Research: Design, Methods, and Publication. Editorial: Wiley, ISBN: 1119624487.
3. Thiel, David (2021). Research Methods For Engineers. Editorial : New Publisher, ISBN: 1107034884.
4. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2020). Metodología de la Investigación. Mc Graw-Hill, México – 6ta edición. ISBN: 145627774X

6. Requisito de asistencia

Deberá registrarse por el Reglamento Interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Procesamiento del Lenguaje Natural	
Subject Name: Natural language processing	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Optativo/electivo	Prerrequisito: No aplica
Código:	
Créditos SCT- Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

Actividad curricular optativa/electiva que le permitirá al doctorando/a introducirse en la temática del Procesamiento del Lenguaje Natural, en donde se estudiarán los problemas y soluciones básicas en los niveles lingüísticos morfológico, sintáctico, semántico y pragmático. Un capítulo de introducción y otro de áreas de aplicación, situarán la actividad curricular desde una perspectiva histórica, y permitirán conocer el estado actual de las realizaciones en este campo. La realización de un proyecto permitirá poner en práctica los conocimientos adquiridos. Se incluyen algunas técnicas de aprendizaje automático. Permitirá, por tanto, al doctorando/a, poner en práctica los fundamentos y métodos adquiridos en IA para el procesamiento del Lenguaje Natural. A su vez, le proporcionará conocimiento y tecnología para valorar la incorporación del Lenguaje Natural en diferentes aplicaciones interactivas, o que hagan uso de la información textual.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

Curricular activity that will allow the Ph. D student to enter the subject of Natural Language Processing, where the basic problems and solutions will be studied at the morphological, syntactic, semantic and pragmatic linguistic levels. An introductory chapter and another of application areas, will place the subject from a historical perspective, and will allow knowing the current state of achievements in this field. The realization of a project will allow putting into practice the knowledge acquired. Some machine learning techniques are included. Therefore, it will allow the doctoral student to put into practice the fundamentals and methods acquired in AI for Natural Language Processing. At the same time, it will provide knowledge and technology to assess the incorporation of natural language in different interactive applications, or that make use of textual information.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
-----------	---

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA1. Asocia problemas complejos a áreas de desarrollo de la inteligencia artificial que permitan la selección del modelo más apto para su resolución. C1-RA2. Analiza características relevantes en un conjunto de datos que permitan establecer modelos para resolver problemas complejos. C1-RA5. Resuelve problemas mediante la aplicación de métodos y modelos de inteligencia artificial, utilizando el conocimiento teórico-práctico.	<u>Conceptuales</u> 1. Introducción al Procesamiento del lenguaje natural 2. Unidades lingüísticas y representación vectorial de palabras 3. Modelos de lenguaje natural <u>Procedimentales</u> 4. Análisis morfológico y etiquetación morfosintáctica 5. Implementación de modelos de secuencias y clasificación de texto. 6. Elaborar un analizador morfológico sintáctico y semántico 7. Desarrollar Sistema de procesamiento de lenguaje orientado a una tarea específica. <u>Actitudinales</u> 8. Rigurosidad y ética en la preparación de trabajos prácticos evitando el plagio.

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases y charlas expositivas 2. Aprendizaje basado en problemas 3. Aula Invertida 4. Revisión bibliográfica.	1. Informes escritos individual/grupal 20% 2. Exposiciones orales individual 20% 3. Trabajos prácticos 20% 4. Elaboración de proyecto final 40%



5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos: HW, SW, para los ejercicios prácticos:

1. Python (lenguaje de programación): <https://docs.python.org/3/>
2. Librería NLTK 3.0: <http://www.nltk.org/>

Bibliográficos Fundamentales:

1. Liang, Xun (2022). Procesamiento del lenguaje natural: Todo al Vector. Editorial : Ediciones Nuestro Conocimiento. ISBN: 6204795716
2. Sarkar, Dipanjan (2019). Text Analytics with Python: A Practitioner's Guide to Natural Language Processing. Editorial : Apress; 2nd ed. edición. ISBN: 1484243536
3. Hobson, Lane; Cole, Howard; Hannes, Hapke (2019). Natural Language Processing in Action: Understanding, analyzing, and generating text with Python.

Bibliográficos Complementarios:

1. Jurafsky, D.; James H. Martin (2009). *Speech and language processing : an introduction to natural language processing, computational linguistic*. Editorial: Pearson Education International, ISBN: 84-9704-113-5
2. Manning, Christopher; Hinrich Schütze (2002). Foundations of statistical natural language processin, Publicación: MIT Pres, ISBN: 84-9704-113-5

6. Requisito de asistencia

Deberá regirse por el Reglamento Interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Inteligencia Artificial aplicada a la salud	
Subject Name: Artificial intelligence applied to health	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Optativo/electivo	Prerrequisito: No aplica.
Código:	
Créditos SCT-Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

Actividad curricular electiva que le permitirá al doctorando/a alcanzar una visión amplia de los aspectos técnicos, regulatorios y éticos necesarios para desarrollar proyectos de IA en el sector de la salud. El doctorando/a aprenderá conceptos avanzados de programación y tratamiento de datos utilizando nuevas técnicas de ciencia de datos, aprendizaje automático o Machine Learning. Por lo tanto, esta actividad curricular se centra en la explotación de estas técnicas con el objetivo de resolver los problemas clínicos existentes.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés):

Elective curricular activity that will allow the doctoral student to achieve a broad vision of the technical, regulatory and ethical aspects necessary to develop AI projects in the health sector. The doctoral student will learn advanced concepts of programming and data processing using new data science techniques, automatic learning or Machine Learning. Therefore, this subject focuses on the exploitation of these techniques with the aim of solving clinical or existing problems.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa.

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
-----------	---

3. Resultados de Aprendizaje.

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA1. Asocia problemas complejos a áreas de desarrollo de la inteligencia artificial que permitan la selección del modelo más apto para su resolución. C1-RA5. Resuelve Problemas mediante la aplicación de métodos y modelos de inteligencia artificial, utilizando el conocimiento teórico-práctico.	<u>Conceptuales</u> 1. Inteligencia artificial en salud 2. Definiciones y conceptos de machine learning 3. Nuevas tecnologías informáticas y big data <u>Procedimentales</u> 4. Análisis estadísticos, herramientas y resultados en el área de la salud 5. Aprendizaje automático y Big Data en el área de la salud. 6. Procesamiento de Imágenes Médicas <u>Actitudinales</u> 7. Confidencialidad en el manejo de información; 8. Rigurosidad y ética en la preparación de trabajos prácticos evitando el plagio.

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases y charlas expositivas 2. Aprendizaje basado en problemas 3. Aula Invertida 4. Revisión bibliográfica	1. Informes escritos individual/grupal 20% 2. Exposiciones orales individual 20% 3. Trabajos prácticos 20% 4. Elaboración de proyecto final en el área salud 40%



5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos: HW, SW

Bibliográficos Fundamentales:

1. Bohr, Adam; Memarzadeh, Kaveh (2021). *Inteligencia artificial en el ámbito de la salud*. Editorial: Elsevier. ISBN: 8413820170
2. Wartman SA, Combs CD(2018). Medical Education Must Move From the Information Age to the Age of Artificial Intelligence. *Acad Med.*;93(8):1107-9.

Bibliográficos Complementarios:

1. Tomar, D.; Agarwal, S. (2013). *A survey on data mining approaches to healthcare*. International Journal of Bio-Science and Bio-Technology. Vol.5, No.5 (2013), pp. 241-266. doi: [10.14257/ijbsbt.2013.5.5.25](https://doi.org/10.14257/ijbsbt.2013.5.5.25)
2. Batko, Kornelia; Slezak, Andrzej (2022). The use of Big Data Analytics in healthcare. *Nature Public Health Emergency Collection*. Doi: 10.1186/s40537-021-00553-4

6. Requisito de asistencia

Deberá regirse por el Reglamento Interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Optimización	
Subject Name: Optimization	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Optativo/Electivo	Prerrequisito: No aplica
Código:	
Créditos SCT-Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

Actividad curricular optativa/electiva, en que el estudiante plantea problemas de optimización, desarrolla técnicas para resolverlos y evalúa e interpreta las soluciones óptimas obtenidas. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la asociación de los fundamentos teóricos y prácticos y análisis de información relevante, que le permitan relacionar soluciones a problemas vinculados con la optimización.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

Optional/elective curricular activity, in which the student poses optimization problems, develops techniques to solve them, and evaluates and interprets the optimal solutions obtained.

This curricular activity contributes to the profile of the graduate through the association of theoretical and practical foundations and analysis of relevant information, which allow them to relate solutions to problems related to optimization.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
-----------	---

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA3. Modela el conocimiento que se levanta de un problema en el ámbito de la inteligencia artificial, caracterizando su complejidad, para determinar las estructuras y los métodos más adecuados para su resolución. C1-RA5. Resuelve problemas mediante la aplicación de métodos y modelos de inteligencia artificial, utilizando el conocimiento teórico-práctico.	<u>Conceptuales</u> 1. Introducción a la optimización. Tipos de variables, conceptos fundamentales y terminología 2. Métodos clásicos de optimización 3. Programación lineal 4. Programación no lineal 5. Programación Dinámica 6. Programación entera <u>Procedimentales</u> 7. Resolución de problemas con una o varias variables. Problemas con restricciones de igualdad o desigualdad 8. Método Simplex. Análisis de sensibilidad. Métodos de punto interior 9. Aplicación de técnicas de optimización con o sin restricciones. Métodos de búsqueda, interpolación, gradientes, etc 10. Formulación de problemas de optimización dinámica, variables de estado y variables de decisión 11. Métodos basados en planos de corte, branch-and-bound, etc <u>Actitudinales</u> 12. Toma de decisiones que permiten determinar los métodos más adecuados para su resolución 13. Rigurosidad y ética en la preparación de trabajos prácticos evitando el plagio.

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases y charlas expositivas. 2. Aprendizaje basado en problemas 3. Revisión bibliográfica. 4. Trabajo en Laboratorios de computación.	1. Trabajos prácticos (elaboración de informes) 80% 2. Resolución de problemas (exposiciones orales) 20%

5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos:

1. Lenguajes de programación Python, IDEs Anaconda, Laboratorio de computación, conexión a internet.

Bibliográficos Fundamentales:

1. Khosla, A.; Chatterjee, P.; Ali, I.; Dheeraj, J. (2023). Optimization Techniques in Engineering: Advances and Applications (Sustainable Computing and Optimization). Editorial: John Wiley & Sons Inc. ISBN: 111990627X
2. Rao, S. S. (2019). *Engineering optimization: theory and practice*. Editorial: Wiley; N.º: 5 edición. ISBN: 1119454719
3. Sioshansi, R., & Conejo, A. J. (2018). *Optimization in engineering. Models and Algorithms*. Cham: Springer International Publishing, 120. ISBN: 978-3-319-56769-3

Bibliográficos Complementarios:

1. Chong, E. K., & Zak, S. H. (2004). An introduction to optimization. John Wiley & Sons.
2. Sundaram, R. K. (1996). A first course in optimization theory. Cambridge university press.
3. Fletcher, R. (2013). Practical methods of optimization. John Wiley & Sons.

6. Requisito de asistencia

Deberá registrarse por el Reglamento Interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Aprendizaje Automático	
Subject Name: Machine Learning	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Optativo/Electivo	Prerrequisito: Matemática Computacional para la IA
Código:	
Créditos SCT-Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

Actividad curricular teórico-práctica optativa/electiva del programa de Doctorado en Inteligencia Artificial, que entrega al estudiante los conocimientos y competencias para comprender, identificar y aplicar conocimiento referente al aprendizaje automático. Específicamente, el estudiante reconocerá los principales aspectos de métodos de aprendizaje automático, mecanismos de evaluación de estos métodos y algoritmos computacionales para implementarlos. Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la asociación de los fundamentos teóricos y prácticos y analizar conceptualmente información relevante, que le permitan relacionar soluciones a problemas vinculados con métodos de aprendizaje para resolver problemas de regresión y clasificación, evaluación de métodos mediante métricas de desempeño para orientar la estrategia más adecuada en la solución de un problema determinado, y la implementación de métodos de aprendizaje mediante algoritmos computacionales.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

Optional curricular activity of the Doctorate program in Artificial Intelligence, which provides the student with the knowledge and skills to understand, identify and apply knowledge regarding machine learning. Specifically, the student will recognize the main aspects of machine learning methods, evaluation mechanisms of these methods and computational algorithms to implement them.

This curricular activity contributes to the profile of the graduate by associating the theoretical and practical foundations and conceptually analyzing relevant information, which allows him to employ machine learning methods to solve regression and classification problems, the evaluation of these methods through performance metrics to guide the most appropriate strategy in the solution of a given problem, and the implementation of these methods through computational algorithms.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA1. Asocia problemas complejos a áreas de desarrollo de la inteligencia artificial que permitan la selección del modelo más apto para su resolución. C1-RA2. Analiza características relevantes en un conjunto de datos que permitan establecer modelos para resolver problemas complejos. C1-RA4. Evalúa métodos de inteligencia artificial a través de métricas de desempeño que permitan orientar la estrategia más adecuada para la resolución del problema. C2-RA5. Integra técnicas de inteligencia artificial y modelos de conocimiento para la resolución de problemas complejos. C2-RA6. Desarrolla investigación básica o aplicada, desde un enfoque interdisciplinar, para la resolución de problemas complejos en el ámbito de la inteligencia artificial.	<u>Conceptuales</u> 1. Introducción al aprendizaje automático. Tipos de problema, conceptos fundamentales y terminología: supervisado vs no supervisado. 2. Métodos de aprendizaje automático asociados con problemas de regresión. Métodos lineales y no lineales. 3. Métodos de aprendizaje automático asociados con problemas de clasificación. Clasificador de Bayes, Árboles de decisión, SVM, redes neuronales, etc. 4. Selección de variables y uso de métricas de desempeño y métodos de evaluación. <u>Procedimentales</u> 5. Laboratorio 6. Programación. 7. Uso de librerías especializadas para técnicas de aprendizaje automático. 8. Técnicas de procesamiento de datos. <u>Actitudinales</u> 9. Fundamentación de decisiones frente a posibles alternativas de métodos de investigación. 10. Aplicación de metodologías de manera rigurosa.

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases y charlas expositivas	1. Informes escritos individual/grupal.
2. Aprendizaje basado en problemas	2. Informe escrito I: 25 %
3. Trabajo en laboratorio.	3. Informe escrito II: 25%
4. Revisión bibliográfica.	4. Exposición oral individual: 20 %
	5. Evaluación formativa: 30 %

5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos:
1. Lenguajes de programación (Software) como Python, IDEs como Anaconda, Laboratorio de computación especializado de alto desempeño.
Bibliográficos Fundamentales:
1. Pineda, Carlos (2022). <i>Aprendizaje automático y profundo en Python</i> . RA-MA S.A. Editorial y Publicaciones. ISBN: 8418971851
2. Brunton, S. L., & Kutz, J. N. (2022). <i>Data-driven science and engineering: Machine learning, dynamical systems, and control</i> . Cambridge University Press. ISBN : 1009098489
3. Matloff, N. (2017). <i>Statistical regression and classification: from linear models to machine learning</i> . Chapman and Hall/CRC.
Bibliográficos Complementarios:
1. Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. H., & Friedman, J. H. (2009). <i>The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction</i> (Vol. 2, pp. 1-758). New York: springer.
2. Bishop, C. M., & Nasrabadi, N. M. (2006). <i>Pattern recognition and machine learning</i> (Vol. 4, No. 4, p. 738). New York: springer.
3. Theodoridis, S. (2015). <i>Machine learning: a Bayesian and optimization perspective</i> . Academic press.

6. Requisito de asistencia

Deberá registrarse por el Reglamento Interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Visión Computacional Aplicada	
Subject Name: Computer Vision Fundamentals	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Optativo/electivo	Prerrequisito: No aplica
Código:	
Créditos SCT-Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

Actividad curricular de tipo teórico-práctico orientada a desarrollar conocimientos y competencias relevantes en el ámbito de los fundamentos de la visión computacional. Se abordan materias relacionadas con los conceptos básicos, métodos, algoritmos y modelos de visión por computador y de inteligencia artificial aplicada a la visión computacional.

Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la utilización de los fundamentos teóricos y prácticos de los sistemas de visión computacional para generar soluciones a problemas complejos mediante la utilización, creación y aplicación de nuevo conocimiento susceptible de transferir al medio externo.

A través de esta actividad curricular, el estudiante será capaz de comprender diversas metodologías y técnicas en el área de visión por computador, a nivel teórico y práctico, siendo capaz de analizar tanto publicaciones científicas del área, como comprender el funcionamiento de los algoritmos en el contexto de una implementación.

Estos conocimientos le permitirán tanto el desarrollo de aplicaciones, como el diseño de nuevas técnicas y algoritmos en esta área, comprendiendo cómo se sitúa su contribución en el contexto del estado del arte de la especialidad.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

Theoretical-practical activity aimed at developing relevant knowledge and skills in the computer vision fundamentals. Topics related to the basic concepts, methods, algorithms and models of computer vision, and to artificial intelligence applied to vision are addressed.

This curricular activity contributes to the profile of the graduate through the use of the theoretical and practical foundations of computer vision systems to generate solutions to complex problems through the use, creation and application of new knowledge that can be transferred to the external environment.

Through this course, the student will be able to understand diverse methodologies and techniques in the area of computer vision, both theoretically and in practice, being capable of both analyzing scientific articles in the area, and understanding how the algorithms work in the context of an implementation.

This knowledge will allow the students to both developing application, as designing new techniques and algorithms in the area, understanding the contribution of their work in the context of the state of the art in the field.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA1. Asocia problemas complejos a áreas de desarrollo de la inteligencia artificial que permitan la selección del modelo más apto para su resolución.	<u>Conceptuales</u> 1. Aspectos Generales de Visión por Computador. 2. Metodologías de Evaluación de Técnicas de Análisis de Imágenes y Video. 3. Segmentación de Movimiento y Actualización de Fondo. 4. Aprendizaje de Máquinas en Visión por Computador. 5. Representación de objetos. 6. Seguimiento de Características y objetos (tracking). 7. Análisis Multiespectral e Hyperespectral 8. Sistemas de visión computacional Industriales
C1-RA4. Evalúa métodos de inteligencia artificial a través de métricas de desempeño que permitan orientar la estrategia más adecuada para la resolución del problema.	
C1-RA5. Resuelve problemas mediante la aplicación de métodos y modelos de inteligencia artificial, utilizando el conocimiento teórico-práctico.	
C2-RA5. Integra técnicas de inteligencia artificial y modelos de conocimiento para la resolución de problemas complejos.	
	<u>Procedimentales</u> 9. Laboratorio 10. Programación. 11. Uso de librerías especializadas para técnicas de visión computacional.
	<u>Actitudinales</u> 12. Fundamentación de decisiones frente a posibles alternativas de métodos de investigación. 13. Aplicación de metodologías de manera rigurosa.

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases y charlas expositivas. 2. Aprendizaje basado en proyectos. 3. Trabajo de laboratorio. 4. Revisiones bibliográficas.	1. Informe escrito individual: 30 % 2. Exposición oral individual: 40 % 3. Evaluación formativa: 30 %

5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos: 1. Cámaras digitales, notebooks y procesadores para visión computacional, Laboratorio de computación especializado de alto desempeño.
Bibliográficos Fundamentales: 1. Lakshmanan , V.; Görner , M.; Gillard , R. (2021). <i>Practical Machine Learning for Computer Vision: End-to-End Machine Learning for Images</i> . Editorial: O'Reilly Media. ISBN: 1098102363. 2. Ekman , Magnus (2021). <i>Learning Deep Learning: Theory and Practice of Neural Networks, Computer Vision, Natural Language Processing, and Transformers Using TensorFlow</i> . Editorial : Addison Wesley. ISBN: 0137470355 3. Géron , Aurélien (2022). <i>Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems</i> . Editorial : O'Reilly Media; 3rd edición. ISBN : 1098125975
Bibliográficos Complementarios: 1. Adrian Kaehler, Gary Bradsky (2016). <i>Learning OpenCV 3: Computer Vision in C++ with OpenCV Library</i> . , O'Reilly, 2016. Editorial : O'Reilly Media; N.º 1 edición. ISBN: 1491937998. 2. Elgendy , Mohamed (2020). <i>Deep Learning for Vision Systems</i> . Editorial : Manning Publications. ISBN : 1617296198. 3. Fawzy, Ahmed (2018). <i>Practical Computer Vision Applications Using Deep Learning with CNNs: With Detailed Examples in Python Using TensorFlow and Kivy</i> . Editorial : Apress; 1st ed. Edición. ISBN: 1484241665

6. Requisito de asistencia

Deberá regirse por el Reglamento Interno del Programa.



Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Computación Afectiva	
Subject Name: Affective Computing	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Optativo/electivo	Prerrequisito: No aplica
Código:	
Créditos SCT-Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

Esta actividad curricular busca que el estudiante aprenda a desarrollar sistemas que incorporen las emociones en la toma de decisiones. Se conocerán conceptos básicos relacionados con sentimientos, emociones e inteligencia emocional. Como también tecnologías actuales que permiten medir y reconocer las emociones. Se estudiarán los principios neurocientíficos y técnicas de IA que utiliza la computación afectiva para reconocer emociones y para predecirlas. Así como los aspectos metodológicos que se deben considerar para modelar este tipo de conocimiento y desarrollar los sistemas respectivos.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

It is a subject that seeks that the student learns to develop systems that incorporate emotions in decision making. Students will learn basic concepts related to feelings, emotions and emotional intelligence. As well as current technologies that allow measuring and recognizing emotions. The neuroscientific principles and AI techniques used by affective computing to recognize and predict emotions will be studied. As well as the methodological aspects that must be considered to model this type of knowledge and develop the respective systems.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA1. Asocia problemas complejos a áreas de desarrollo de la inteligencia artificial que permitan la selección del modelo más apto para su resolución. C1-RA3. Modela el conocimiento que se levanta de un problema en el ámbito de la inteligencia artificial, caracterizando su complejidad, para determinar las estructuras y los métodos más adecuados para su resolución. C2-RA1. Sistematiza información científica para identificar el estado del arte de una problemática específica en el contexto de la inteligencia artificial. C2-RA5. Integra técnicas de inteligencia artificial y modelos de conocimiento para la resolución de problemas complejos.	Conceptuales 1. Antecedentes de la CA. Origen y definiciones. 2. La emoción en la IA: ¿existe la Máquina Emocional? 3. IA, Emociones y neurociencias 4. Aspectos Metodológicos: Niveles y Dominios de descripción comunes en neurociencias y computación. 5. Sensores para medir la sentimientos y emociones (Eye tracking glasses, Eye tracking - VR, webcam, etc.) 6. Técnicas de IA en la CA 7. Casos de estudio, CA en Cs Sociales (Educación, Psicología, etc) CA en Ingeniería y Cs de la Tierra Procedimentales 8. Desarrollo del estado del arte. 9. Modelado del conocimiento emocional. 10. Diseño de prototipos. Actitudinales 11. Fundamentación de decisiones frente a posibles alternativas de métodos de investigación. 12. Aplicación de metodologías de manera rigurosa.

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases y charlas expositivas.	1. Informes escritos individuales: 30%
2. Aprendizaje basado en estudio de casos.	2. Exposiciones orales: 30%
3. Revisiones bibliográficas.	3. Implementación de prototipo: 40%

5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos:

1. Tecnologías y software asociados para reconocer emociones (Eye tracking glasses, Eye tracking - VR, webcam, etc.)

Bibliográficos Fundamentales:

1. Tian, L.; Oviatt, S.; Muszynski, M.; Chamberlain, B.; Healey, J.; Sano, A. (2022). *Applied Affective Computing*. Editorial: ACM Books. ISBN: 1450395902.
2. Blokdyk, Gerardus (2021). *Affective Computing A Complete Guide*. Editorial: 5STARCook. ISBN: 1867334895
3. Piccard, Rosalind W. (2000). *Affective computing*. Editorial: MIT Press; Reprint edición. ISBN: 0262661152

Bibliográficos Complementarios:

1. Misselhorn, C.; Poljanšek, T.; Störzinger, T.; Klein, M. (Editors) (2023). *Emotional Machines, Perspectives from Affective Computing and Emotional Human-Machine Interaction*. Springer VS Wiesbaden, ISBN: 2524-3764.
2. Burgos, F. C., Manso, L. J., & Nunez, P. (2015). A Novel Multimodal Emotion Recognition Approach for Affective Human Robot Interaction. In *Proceedings of the Workshop on Multimodal and Semantics for Robotics Systems* CEUR-WS.org. http://ceur-ws.org/Vol-1540/paper_01.pdf
3. Guo, J. (2022). *Deep learning approach to text analysis for human emotion detection from big data*. *Journal of Intelligent Systems*, 31(1), 113-126. <https://doi.org/10.1515/jisys-2022-0001>

6. Requisito de asistencia

Deberá regirse por el Reglamento Interno del Programa.



Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Procesadores de Alto Rendimiento para Aplicaciones en IA	
Subject Name: High Performance Processors for AI Applications	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Optativo/Electivo	Prerrequisito: No aplica
Código:	
Créditos SCT-Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

Actividad de tipo teórico práctico, orientada a desarrollar conocimientos y competencias relevantes en el ámbito de los procesadores y sistemas de alto rendimiento para aplicaciones en Inteligencia Artificial. Se abordan materias relacionadas con los conceptos básicos de la programación y procesamiento paralelo, sistemas en tiempo real, sistemas de comunicaciones de alta velocidad y sistemas industriales. Específicamente, el estudiante reconocerá los principales aspectos de los sistemas de alto rendimiento para aplicaciones de alta velocidad, plataformas y sistemas operativos dedicados para aplicaciones en IA, sistemas de comunicaciones de alta velocidad para sensores y actuadores en entornos industriales.

Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la utilización de los fundamentos teóricos y prácticos de los sistemas software y hardware para generar soluciones a problemas complejos mediante la creación de nuevo conocimiento susceptible de transferir al medio externo.

El Actividad Curricular contempla el aprendizaje y uso de procesadores de alta velocidad para cámaras digitales y sensores industriales (NVideo, Nerian) en entornos como ROS y Ubuntu.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

Activity aimed at developing relevant knowledge and skills in the field of high-performance processors and systems for applications in Artificial Intelligence. Subjects related to the basic concepts of parallel programming and processing, real-time systems, high-speed communications systems, and industrial systems are addressed. Specifically, the student will recognize the main aspects of high-performance systems for high-speed applications, platforms and dedicated operating systems for AI applications, high-speed communication systems for sensors and actuators in industrial environments.

This curricular activity contributes to the profile of the graduate by using the theoretical and practical foundations of software and hardware systems to generate solutions to complex problems by creating new knowledge that can be transferred to the external environment.

The course covers the learning and use of high-speed processors for digital cameras and industrial sensors (NVideo, Nerian) in environments such as ROS and Ubuntu.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA3. Modela el conocimiento que se levanta de un problema en el ámbito de la inteligencia artificial, caracterizando su complejidad, para determinar las estructuras y los métodos más adecuados para su resolución. C1-RA5. Resuelve problemas mediante la aplicación de métodos y modelos de inteligencia artificial, utilizando el conocimiento teórico-práctico. C2-RA1. Sistematiza información científica para identificar el estado del arte de una problemática específica en el contexto de la inteligencia artificial. C2-RA5. Integra técnicas de inteligencia artificial y modelos de conocimiento para la resolución de problemas complejos.	Conceptuales 1. Introducción a los sistemas de alto rendimiento 2. Programación paralela 3. Programación de GPU 4. Sistemas Distribuidos 5. Sistema de Comunicación de alta velocidad 6. Software y Hardware para aplicaciones industriales 7. Sistemas Industriales 8. Aplicaciones industriales con IA. Procedimentales 9. Diseño de sistemas computacionales de alto rendimiento. 10. Especificación de sistemas de alto rendimiento. 11. Operación de plataformas de hardware para IA. Actitudinales 12. Toma de decisiones que permiten determinar los métodos y sistemas, para la resolución de problemas. 13. Rigurosidad y ética en la preparación de trabajos prácticos evitando el plagio.



4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases y charlas expositivas. 2. Aprendizaje basado en problemas. 3. Revisiones bibliográficas. 4. Trabajo de laboratorio.	1. Informes escritos individuales: 30% 2. Exposiciones orales: 30% 3. Proyecto final: 40%

5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos:

1. Clúster de Computadores, Servicios en la nube, procesadores de alto desempeño.

Bibliográficos Fundamentales:

1. Saxena, Sanjay ; Sudip, Paul (2022). High-Performance Medical Image Processing (Biomedical Engineering). Editorial : Apple Academic Press; N.º 1 edición. ISBN: 1774637227.
2. Blokdyk, Gerardus (2022). High-Performance Computing HPC. Editorial: 5STARCook. ISBN: 0655423826

Bibliográficos Complementarios:

1. Czarnul, Paweł (2020). Parallel Programming for Modern High Performance Computing Systems, Editorial : Chapman and Hall/CRC; N.º 1 edición. ISBN: 0367572125
2. Sergei K.; Sergei B.(2016). A Practical Approach to High-Performance Computing. Editorial, Springer.
3. Introduction to HPC with MPI for Data Science (Undergraduate Topics in Computer Science), Frank Nielsen. Springer, 2016.

6. Requisito de asistencia

Deberá registrarse por el Reglamento Interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Robótica Colaborativa	
Subject Name: Robótica Colaborativa	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Optativo/Electivo	Prerrequisito: No aplica
Código:	
Créditos SCT-Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

Actividad de tipo teórico-práctico orientada a desarrollar conocimientos y competencias relevantes en el ámbito de los Sistemas Robóticos Colaborativos y sus aplicaciones en entornos industriales. Se abordan materias relacionadas con los conceptos básicos de los Robot y los Robot Colaborativos (COBOT) y el cumplimiento de los mecanismos de seguridad en entornos robóticos, operación y programación de robots, detección de colisiones y visión robótica. Específicamente, el estudiante reconocerá los principales aspectos de la Robótica colaborativa, seguridad, visión, operación y programación de sistemas robóticos colaborativos.

Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la utilización de los fundamentos teóricos y prácticos de los sistemas robóticos colaborativos para generar soluciones a problemas complejos mediante la utilización o creación de conocimiento susceptible de transferir al medio externo.

El Actividad Curricular contempla el aprendizaje y uso de simuladores tales como RoboDK y KUKA.Sim y la utilización de brazos robóticos de Universal Robots y KUKA.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

Theoretical activity aimed at developing relevant knowledge and skills in the field of Collaborative Robotic Systems and their applications in industrial environments. Subjects related to the basic concepts of Robots and Collaborative Robots (COBOT) and compliance with safety mechanisms in robotic environments, robot operation and programming, collision detection and robotic vision are addressed. Specifically, the student will recognize the main aspects of Collaborative Robotics, safety, vision, operation and programming of collaborative robotic systems.

This curricular activity contributes to the profile of the graduate by using the theoretical foundations of collaborative robotic systems to generate solutions to complex problems by creating new knowledge that can be transferred to the external environment.

The course includes the learning and use of simulators such as RoboDK and KUKA.Sim and the use of robotic arms from Universal Robots and KUKA.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.

3. Resultados de Aprendizaje.

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA3. Modela el conocimiento que se levanta de un problema en el ámbito de la inteligencia artificial, caracterizando su complejidad, para determinar las estructuras y los métodos más adecuados para su resolución. C1-RA5. Resuelve problemas mediante la aplicación de métodos y modelos de inteligencia artificial, utilizando el conocimiento teórico-práctico. C2-RA1. Sistematiza información científica para identificar el estado del arte de una problemática específica en el contexto de la inteligencia artificial. C2-RA5. Integra técnicas de inteligencia artificial y modelos de conocimiento para la resolución de problemas complejos.	Conceptuales 1. Introducción a los Robot Colaborativos y Aplicaciones. 2. Seguridad en Robots Colaborativos 3. Gripper y Efectores 4. Funciones Colaborativas 5. Sensores de entorno 6. Programación de Robots Colaborativos. 7. Visión Robótica 8. Diseño y especificación para aplicaciones industriales. 9. Estado del Arte y de la Técnica en robótica colaborativa 10. Aplicaciones industriales con IA Procedimentales 11. Diseño de sistemas robóticos. 12. Especificación de sistemas robóticos colaborativos. 13. Integración y operación de robots. Actitudinales 14. Toma de decisiones que permiten determinar los métodos y sistemas, para la resolución de problemas. 15. Rigurosidad y ética en la preparación de trabajos prácticos evitando el plagio.

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases y charlas expositivas. Aprendizaje basado en problemas. 2. Revisiones bibliográficas. 3. Trabajo de laboratorio.	1. Informes escritos individuales: 30% 2. Exposiciones orales: 30% 3. Proyecto final: 40%

5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos: 1. Cámaras digitales, cámaras estéreo, procesadores de alto rendimiento, simuladores, robots.
Bibliográficos Fundamentales: 1. Hwu, Tiffany; Krichmar, Jeffrey (2022). Neurorobotics: Connecting the Brain, Body, and Environment (Intelligent Robotics and Autonomous Agents series). Editorial: The MIT Press. ISBN: 0262047063 2. Nandhini, S.; Karthiga, M.; Goyal, S. (2022). Computational Intelligence in Robotics and Automation. Editorial: CRC Press; N.º 1 edición. ISBN: 0367754495 3. Matthews, Peter; Greenspan, Steven (2020). Automation and Collaborative Robotics: A Guide to the Future of Work. Editorial: Apress; 1st ed. edición. ISBN: 1484259637
Bibliográficos Complementarios: 1. Vaish, Diwakar (2018). Python Robotics Projects: Build smart and collaborative robots using Python. Editorial: Packt Publishing. ISBN: 1788832922. 2. Kravets, Alla (2018). Robotics: Industry 4.0 Issues & New Intelligent Control Paradigms (Studies in Systems, Decision and Control). Editorial : Packt Publishing. ISBN: 1788832922.

6. Requisito de asistencia

Deberá registrarse por el Reglamento Interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Deep Learning	
Subject Name: Deep Learning	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Optativo/Electivo	Prerrequisito: No aplica
Código:	
Créditos SCT-Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

En esta actividad curricular se verán fundamentos teóricos del aprendizaje profundo, en particular, de las redes neuronales artificiales, así como también las últimas arquitecturas en el estado del arte. El Actividad Curricular comienza con la definición del perceptrón y del perceptrón multicapa, para luego profundizar en su entrenamiento y técnicas de regularización. La segunda parte del Actividad Curricular repasa arquitecturas neuronales modernas para predicción sobre imágenes, datos secuenciales, modelos generativos y variacionales. En la tercera parte del Actividad Curricular se revisarán los últimos avances del área.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

In this course, the theoretical foundations of deep learning will be seen, in particular, of artificial neural networks, as well as the latest architectures in the state of the art. The course begins with the definition of the perceptron and the multilayer perceptron, to then delve into their training and regularization techniques. The second part of the course reviews modern neural architectures for prediction on images, sequential data, generative and variational models. In the third part of the course, the latest advances in the area will be reviewed.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.

3. Resultados de Aprendizaje.

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA2. Analiza características relevantes en un conjunto de datos que permitan establecer modelos para resolver problemas complejos. C1-RA4. Evalúa métodos de inteligencia artificial a través de métricas de desempeño que permitan orientar la estrategia más adecuada para la resolución del problema. C1-RA5. Resuelve problemas mediante la aplicación de métodos y modelos de inteligencia artificial, utilizando el conocimiento teórico-práctico. C2-RA4. Aplica modelos de conocimiento y metodologías de investigación avanzadas que permiten resolver problemas complejos en el ámbito de la inteligencia artificial y sus aplicaciones. C2-RA5. Integra técnicas de inteligencia artificial y modelos de conocimiento para la resolución de problemas complejos.	<u>Conceptuales</u> 1. Redes neuronales artificiales 2. Arquitecturas de redes neuronales 3. Últimos avances en aprendizaje profundo <u>Procedimentales</u> 4. Aplicación de métodos de aprendizaje profundo <u>Actitudinales</u> 5. Rigurosidad en la evaluación objetiva de métodos por aprendizaje profundo

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases y charlas expositivas. 2. aprendizaje basado en problemas. 3. Revisión bibliográfica.	1. Certamen 20% 2. Proyectos 40% 3. Presentación de papers 10% 4. Tareas Prácticas 30%

5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos:
Bibliográficos Fundamentales: 1. PAJARES, G.; HERRERA, P; BESADA, E. (2021). Aprendizaje profundo. Editorial: RC Libros; N.º 1 edición. ISBN: 8412106989 2. Pineda, C. (2022). Aprendizaje automático y profundo en Python. Editorial : RA-MA S.A. Editorial y Publicaciones; N.º 1 edición. ISBN: 8418971851 3. Aggarwal, C. (2018). Neural Networks and Deep Learning: A Textbook. Editorial: Springer; 1st ed. ISBN: 3319944622 Bibliográficos Complementarios: 1. Kingma, D.; Max, W. (2019). An Introduction to Variational Autoencoders. Editorial : Now Publishers Inc. ISBN: 1680836226 2. Goodfellow, I.; Bengio, Y.; Courville, A. (2016). Deep Learning. The MIT Press. ISBN: 0262035618



UCSC



Universidad
de Concepción



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA



DOCTORADO EN
**INTELIGENCIA
ARTIFICIAL**

6. Requisito de asistencia

Deberá registrarse por el Reglamento Interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Teoría de la Información	
Subject Name: Information Theory	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Optativo/Electivo	Prerrequisito: No aplica
Código:	
Créditos SCT-Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

Actividad curricular optativa del programa de Doctorado en Inteligencia Artificial, que entrega al estudiante los conocimientos y competencias necesarios para comprender los límites fundamentales de nuestra capacidad para almacenar, procesar y comunicar datos, ya sea en sistemas naturales o artificiales.

En esta actividad curricular el estudiante comprenderá conceptos de entropía, información, la capacidad de transmisión de los canales de comunicación, las diferentes técnicas de compresión, entre otros.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

optional curricular activity of the Doctorate program in Artificial Intelligence, which provides the student with the knowledge and skills necessary to understand the fundamental limits of our ability to store, process and communicate data, whether in natural or artificial systems.

In this curricular activity, the student will understand concepts of entropy, information, the transmission capacity of communication channels, the different compression techniques, among others.

2. Competencias del perfil de graduación al que tributa.

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA2. Analiza características relevantes en un conjunto de datos que permitan establecer modelos para resolver problemas complejos. C2-RA1. Sistematiza información científica para identificar el estado del arte de una problemática específica en el contexto de la inteligencia artificial. C1-RA3. Modela el conocimiento que se levanta de un problema en el ámbito de la inteligencia artificial, caracterizando su complejidad, para determinar las estructuras y los métodos más adecuados para su resolución.	<u>Conceptuales</u> 1. Entropía 2. Codificación de la fuente 3. Capacidad del canal 4. Información mutua 5. Modelos de canal ruidoso <u>Procedimentales</u> 6. Codificación de la fuente 7. Métodos de control de errores 8. Métodos de compresión de datos 9. Aplicaciones en criptografía y ciberseguridad" 10. Identificación y clasificación de Redes y Buses de datos. <u>Actitudinales</u> 11. Confidencialidad en el manejo de información 12. Toma de decisión correctamente fundamentada frente a posibles alternativas de métodos de investigación 13. Rigurosidad en la aplicación de metodologías de investigación.

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases y charlas expositivas. 2. Aprendizaje basado en problemas. 3. Revisión bibliográfica. 4. Desarrollo de Proyecto aplicado.	1. Informes escritos individual/grupal 20% 2. Exposiciones orales individual 20% 3. Trabajos prácticos 20% 4. Elaboración de proyecto aplicado 40%



5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos: N/A

Bibliográficos Fundamentales:

1. Cover, T. (2021). Elements Of Information Theory. Editorial: New Publisher; 2nd ed edición. ISBN: 0471241954.
2. Stone, J. (2022). Information Theory: A Tutorial Introduction (2nd Edition). Editorial: Sebtel Press. ISBN: 1739672704
3. Ben-Naim, Arieh (2023). Information Theory and Selected Applications. Editorial: Springer International Publishing AG; N.º 2023 edición. ISBN: 3031212754

Bibliográficos Complementarios:

1. Fernández, M. (2021). Teorías De La Información. Editorial: Ommpress Bookcrafts. ISBN: 849466655X

6. Requisito de asistencia

Deberá registrarse por el Reglamento Interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Algoritmos y estructuras de datos	
Subject Name: Algorithms and data structures	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Optativo/Electivo	Prerrequisito: Aprobación de Matemáticas para IA y conocimientos básicos de programación
Código:	
Créditos SCT-Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

El desarrollo de esta actividad curricular entrega al estudiante la capacidad de conocer y aplicar adecuadamente estructuras de datos y algoritmos fundamentales en el contexto de la inteligencia artificial. El curso cubre análisis asintótico y notación Big-O, las principales estrategias de diseño algorítmico (divide y vencerás, voraz, programación dinámica y backtracking), algoritmos sobre grafos y sus aplicaciones en IA, algoritmos probabilísticos (estrategias Monte Carlo y Las Vegas), y una introducción a la teoría de complejidad computacional. A lo largo del curso, los contenidos se vinculan explícitamente con algoritmos y modelos utilizados en inteligencia artificial. Por ejemplo, las estrategias voraces se relacionan con métodos de búsqueda heurística como beam search en modelos de lenguaje; los algoritmos sobre grafos constituyen una base conceptual para arquitecturas de redes neuronales sobre grafos (Graph Neural Networks); y las estrategias Monte Carlo sustentan métodos como Monte Carlo Tree Search (MCTS) utilizados en aprendizaje por refuerzo. De este modo, el estudiante desarrollará criterio para seleccionar e implementar soluciones algorítmicas eficientes en sus investigaciones.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

The development of this course provides the student with the ability to know and adequately apply fundamental data structures and algorithms in the context of artificial intelligence. The course covers asymptotic analysis and Big-O notation, the main algorithmic design strategies (divide and conquer, greedy, dynamic programming, and backtracking), graph algorithms and their applications in AI, probabilistic algorithms (Monte Carlo and Las Vegas strategies), and an introduction to computational complexity theory. Throughout the course, the content is explicitly connected to algorithms and models used in artificial intelligence. For example, greedy strategies relate to heuristic search methods such as beam search in language models; graph algorithms provide a conceptual foundation for graph neural network architectures (GNNs); and Monte Carlo strategies underlie methods such as Monte Carlo Tree Search (MCTS) used in reinforcement learning. In this way, students will develop sound judgment for selecting and implementing efficient algorithmic solutions in their research.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa



UCSC



Universidad
de Concepción



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA



DOCTORADO EN
**INTELIGENCIA
ARTIFICIAL**

C1

Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
RA1. Analiza la eficiencia de algoritmos mediante notación asintótica (Big-O, Omega, Theta), identificando el costo computacional de soluciones propias y de la literatura en IA. RA2. Aplica algoritmos sobre grafos (recorridos, caminos más cortos, árboles de expansión) para modelar y resolver problemas de IA que involucren relaciones entre entidades. RA3. Diseña soluciones algorítmicas a problemas propios del área de IA, aplicando las estrategias de divide y vencerás, voraz, programación dinámica y backtracking, y justificando la elección de la estrategia según la estructura del problema. RA4. Clasifica problemas computacionales según su complejidad (P, NP, NP-completo), reconociendo las implicancias prácticas de la intratabilidad en el diseño de sistemas de IA. RA5. Distingue y aplica algoritmos probabilísticos (estrategias Monte Carlo y Las Vegas), identificando su uso en problemas de IA donde una solución exacta es costosa o innecesaria.	Conceptuales 1. Análisis asintótico y notación Big-O. 2. Estrategia divide y vencerás. 3. Programación dinámica. 4. Estrategia voraz. 5. Backtracking y subestructura óptima. 6. Algoritmos sobre grafos: recorridos (BFS, DFS), caminos más cortos, árboles de expansión y ordenación topológica. 7. Algoritmos probabilísticos: estrategias Monte Carlo y Las Vegas; aplicaciones en IA (MCTS, proyecciones aleatorias). 8. Introducción a la teoría de complejidad computacional (clases P, NP y NP-completitud). 9. Relación entre estructuras de datos y algoritmos en contextos de IA. Procedimentales 10. Cálculo e interpretación de la complejidad de algoritmos. 11. Implementación de soluciones basadas en divide y vencerás, voraz, programación dinámica y backtracking. 12. Aplicación de algoritmos sobre grafos y algoritmos probabilísticos a problemas concretos de IA. 13. Comparación y selección de estructuras de datos según el problema. Actitudinales 14. Rigor en el análisis y argumentación algorítmica. 15. Disposición crítica para evaluar la eficiencia de soluciones en la literatura científica. 16. Apertura al trabajo colaborativo e interdisciplinario. 17. Valoración de la conexión entre fundamentos teóricos y aplicaciones prácticas en IA.

**UCSC**Universidad
de Concepción

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍADOCTORADO EN
**INTELIGENCIA
ARTIFICIAL**

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
18. Clases y charlas expositivas, 19. Espacios de discusión. 20. Trabajo en laboratorio. 21. Aprendizaje basado en casos. 22. Trabajo colaborativo. 23. Revisión bibliográfica	1. Informes escritos individual/grupal 30% 2. Exposiciones orales individual 30% 3. Elaboración de proyecto aplicado 40%



5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos: N/A

Bibliográficos Fundamentales:

Roughgarden, T. (2022). Algorithms Illuminated (Parts 1–4). Cambridge University Press.

Hamilton, W. L. (2020). Graph Representation Learning. Morgan & Claypool Publishers.

Bibliográficos Complementarios:

Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2022). Introduction to Algorithms (4th ed.). MIT Press.

Kleinberg, J., & Tardos, E. (2005). Algorithm Design. Pearson.

Skiena, S. S. (2020). The Algorithm Design Manual (3rd ed.). Springer.

Motwani, R., & Raghavan, P. (1995). Randomized Algorithms. Cambridge University Press.

6. Requisito de asistencia

Deberá regirse por el Reglamento Interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Aprendizaje por refuerzo	
Subject Name: Reinforcement Learning	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Optativo/Electivo	Prerrequisito: No aplica
Código:	
Créditos SCT-Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

En esta actividad curricular se verán los fundamentos teóricos y prácticos del aprendizaje por refuerzo, los métodos clásicos y aproximados (usando redes neuronales) junto con el estado del arte en su aplicación a problemas de diversa índole. El Actividad Curricular comienza con la definición de conceptos básicos y necesarios, como la formalización de procesos de decisión de Markov (MDP) y la ecuación de Bellman, para luego seguir con una descripción de los diferentes tipos de aprendizaje por refuerzo (model-based y model-free, pasivo y activo, etc..) y los métodos clásicos como Q-learning y Sarsa. A continuación, se revisa cómo la combinación entre aprendizaje por refuerzo y redes neuronales ha aumentado la capacidad de aplicación de esta disciplina a problemas más complejos. Finalmente veremos tópicos avanzados de aprendizaje por refuerzo con múltiples agentes, antes de revisar los últimos avances en el área.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

In this course we will see the theoretical and practical foundations of reinforcement learning, the classical and approximate methods (using neural networks) together with the state of the art in its application to problems of various kinds. The course begins with the definition of basic and necessary concepts, such as the formalization of Markov decision processes (MDP) and the Bellman equation, and then continues with a description of the different types of reinforcement learning (model-based and model-free, passive and active, etc..) and classic methods like Q-learning and Sarsa. After that, we will review how the combination of reinforcement learning and neural networks has increased the ability to apply this discipline to more complex problems. Finally we will see advanced topics of reinforcement learning with multiple agents, before reviewing the latest advances in the area.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA2. Analiza características relevantes en un conjunto de datos que permitan establecer modelos para resolver problemas complejos. C1-RA4. Evalúa métodos de inteligencia artificial a través de métricas de desempeño que permitan orientar la estrategia más adecuada para la resolución del problema. C1-RA5. Resuelve problemas mediante la aplicación de métodos y modelos de inteligencia artificial, utilizando el conocimiento teórico-práctico. C2-RA5. Integra técnicas de inteligencia artificial y modelos de conocimiento para la resolución de problemas complejos. C2-RA6. Desarrolla investigación básica o aplicada, desde un enfoque interdisciplinar, para la resolución de problemas complejos en el ámbito de la inteligencia artificial.	Conceptuales 1. Aprendizaje por refuerzo clásico 2. Aprendizaje por refuerzo profundo 3. Aprendizaje por refuerzo para múltiples agentes (MARL) 4. Últimos avances en aprendizaje por refuerzo Procedimentales 5. Aplicación de métodos de aprendizaje por refuerzo Actitudinales 6. Rigurosidad en la evaluación objetiva de métodos por aprendizaje por refuerzo

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases y charlas expositivas. 2. Aprendizaje basado en problemas. 3. Revisión bibliográfica	1. Informes escritos individual/grupal 30% 2. Exposiciones orales individual 30% 3. Elaboración de proyecto aplicado (Deep learneng) 40%



5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos:

Bibliográficos Fundamentales:

1. Norvig, Peter; Russell, Stuart (2021). Artificial Intelligence: A Modern Approach, Global Edition. Editorial : Pearson; 4. edición. ISBN: 1292401133
2. Lapan, Maxim (2020). Deep Reinforcement Learning Hands-on. Second Edition. Packt Publishing. ISBN-10: 1838826998

Bibliográficos Complementarios:

1. Sutton, Richard; Barto, Andrew (2018). Reinforcement Learning, an introduction. Second edition. MIT Press. ISBN-10: 0262039249

6. Requisito de asistencia

Deberá registrarse por el Reglamento Interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Visión Computacional	
Subject Name: Computer Vision	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Optativo/Electivo	Prerrequisito: No aplica
Código:	
Créditos SCT-Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

Actividad de tipo teórico-práctico orientada a desarrollar conocimientos y competencias relevantes en el ámbito de la visión computacional y sus aplicaciones en entornos industriales. Se abordan materias relacionadas con la especificación y selección de componentes tales como sensores, cámaras, sistemas de comunicación, sistemas de iluminación y su integración a sistemas de control corporativos. Específicamente, el estudiante reconocerá los fundamentos, principales componentes y algoritmos de la visión computacional.

Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado mediante la utilización de los fundamentos teóricos y prácticos de los sistemas de visión computacional. La actividad curricular contempla el aprendizaje y uso de cámaras digitales de distintos espectros, lineales y de área y procesadores de alto desempeño.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

Theoretical-practical activity aimed at developing relevant knowledge and skills in the field of computer vision and its applications in industrial environments. Topics related to the basic concepts of sensors, cameras, communication systems, lighting systems and their integration into corporate control systems are addressed. Specifically, the student will recognize the basic principles, main components and algorithms of computer vision.

This curricular activity contributes to the profile of the graduate through the use of the theoretical and practical foundations of computer vision systems.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de

inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA1. Asocia problemas complejos a áreas de desarrollo de la inteligencia artificial que permitan la selección del modelo más apto para su resolución. C1-RA4. Evalúa métodos de inteligencia artificial a través de métricas de desempeño que permitan orientar la estrategia más adecuada para la resolución del problema. C1-RA5. Resuelve problemas mediante la aplicación de métodos y modelos de inteligencia artificial, utilizando el conocimiento teórico-práctico. C2-RA5. Integra técnicas de inteligencia artificial y modelos de conocimiento para la resolución de problemas complejos.	<u>Conceptuales</u> 1. Conceptos básicos 2. Cámaras Digitales. 3. Disparo e Iluminación. Modelo de Color. 4. Filtros Digitales. 5. Análisis y Procesamiento de imágenes. 6. Algoritmos de Clasificación y Detección basados en IA. <u>Procedimentales</u> 7. Monta sistema de visión computacional a nivel de laboratorio 8. Opera un sistema de visión computacional industrial 9. Evalúa un sistema de visión computacional industrial <u>Actitudinales</u> 10. Rigurosidad en la aplicación de metodologías de investigación. 11. Diseño de soluciones con respeto al medio ambiente 12. Confidencialidad en el manejo de información 13. Toma de decisión correctamente fundamentada frente a posibles alternativas de solución.

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases y charlas expositivas. 2. Aprendizaje basado en problemas. 3. Revisiones bibliográficas. 4. Trabajo de laboratorio.	1. Informe escrito Individual 40% 2. Exposición oral 60%



5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos:

1. Cámaras digitales, notebooks y procesadores para visión computacional.

Bibliográficos Fundamentales:

1. Géron, Aurélien (2022). Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems. Editorial : O'Reilly Media; 3rd edición. ISBN: 1098125975
2. Elgendy, Mohamed (2020). Deep Learning for Vision Systems. Editorial : Manning Publications. ISBN: 1617296198
3. Fawzy, Ahmed (2018). Practical Computer Vision Applications Using Deep Learning with CNNs: With Detailed Examples in Python Using TensorFlow and Kivy. ISBN: 1484241665

Bibliográficos Complementarios:

1. Lakshmanan, Valliappa; Goerner, Martin; Gillard, Ryan (2021). Practical Machine Learning for Computer Vision: End-to-End Machine Learning for Images. Editorial : O'Reilly Media. ISBN: 1098102363
2. Ekman, Magnus (2021). Learning Deep Learning: Theory and Practice of Neural Networks, Computer Vision, Natural Language Processing, and Transformers Using TensorFlow. Editorial : Addison Wesley. ISBN: 0137470355

6. Requisito de asistencia

Deberá registrarse por el Reglamento Interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Inteligencia Artificial en Educación	
Subject Name: Artificial Intelligence in Education	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Optativo/Electivo	Prerrequisito: No aplica
Código:	
Créditos SCT-Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

Actividad curricular electiva/optativa que le permitirá al doctorando alcanzar una visión amplia de los aportes que se han logrado con técnicas de IA en Educación. Se analizarán las tecnologías y técnicas que han permitido un avance en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Se conocerán las principales técnicas para el desarrollo de estas tecnologías y la importancia que tiene el considerar el sesgo y la ética en la educación escolar y universitaria.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

Elective/optional curricular activity that will allow the doctoral student to achieve a broad vision of the contributions that have been achieved with AI techniques in Education. The technologies and techniques that have allowed progress in the teaching and learning process will be analyzed. The main techniques for the development of these technologies and the importance of considering bias and ethics in school and university education will be known.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA1. Asocia problemas complejos a áreas de desarrollo de la inteligencia artificial que permitan la selección del modelo más apto para su resolución. C1-RA3. Modela el conocimiento que se levanta de un problema en el ámbito de la inteligencia artificial, caracterizando su complejidad, para determinar las estructuras y los métodos más adecuados para su resolución. C1-RA5. Resuelve problemas mediante la aplicación de métodos y modelos de inteligencia artificial, utilizando el conocimiento teórico-práctico. C2-RA1. Sistematiza información científica para identificar el estado del arte de una problemática específica en el contexto de la inteligencia artificial. C2-RA5. Integra técnicas de inteligencia artificial y modelos de conocimiento para la resolución de problemas complejos.	Conceptuales 1. Las técnicas de IA para comprender y mejorar el entorno 2. Efectos de la IA en el aprendizaje y en el desarrollo cognitivo 3. Pensamiento computacional y algoritmos inteligentes en la educación 4. Los sesgos y la ética desde la IA en educación 5. Enseñanza de la IA a nivel escolar, universitario y en la sociedad en general Procedimentales 6. Tecnologías con IA en Educación, desarrollo y efectos en educación. 7. Análisis y diseño de Sistemas Tutoriales Inteligentes (STI) 8. Análisis y diseño de tecnologías disruptivas en educación (realidad virtual, realidad aumentada, mundos virtuales, etc) Actitudinales 9. Confidencialidad en el manejo de información 10. Consideración de características psicosociales y ambientales en el desarrollo de sistemas inteligentes en educación.

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases y charlas expositivas 2. Aprendizaje basado en problemas Revisiones bibliográficas 3. Estudio de casos	1. Informes escritos individuales (estudios de caso, revisiones bibliográficas y modelos de solución de problemas) 60% 2. Exposiciones orales grupales 40%



5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos:

Bibliográficos Fundamentales:

1. Singha, Chiranjit; Mahata, Amlan (2022). La inteligencia artificial en la enseñanza del aprendizaje Transacción: La IA en la educación. Ediciones Nuestro Conocimiento. ISBN 6205134659.
2. Wang, Wei; Wang, Guangming, Ding, Xiaoming (2021). Artificial Intelligence in Education and Teaching Assessment. Editorial : Springer; 1st ed. 2021 edición.
3. Mercedes, M.; Matsuda, N.; Cristea, A. (2022). Artificial Intelligence in Education: 23rd International Conference, AIED 2022, Durham, UK, July 27-31, 2022, Proceedings, Part I: 13355 (Lecture Notes in Computer Science)

Bibliográficos Complementarios:

1. UNESCO (2021). AI and education. Guidance for policy-makers. Published in 2021 by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France. ISBN 978-92-3-100447-6
2. Ministerio de Educación de Chile, Educarchile, Fundación Chile (2021). Programa de Inteligencia Artificial para primero y segundo medio. Fundamentos, ciudadanía y ética. Ubicación: <https://www.innovacion.mineduc.cl/iniciativas/inteligencia-artificial-y-%C3%A9tica> (consulta: 29 sept 2022).

6. Requisito de asistencia

Deberá registrarse por el Reglamento Interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Modelamiento Bayesiano	
Subject Name: Bayesian modeling	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Optativo/Electivo	Prerrequisito: No aplica
Código:	
Créditos SCT-Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

Esta actividad curricular proporciona conocimientos avanzados en el área del modelamiento Bayesiano, presentando las herramientas necesarias para aprender a modelizar la incertidumbre y razonar con ella en sistemas inteligentes.

Esta actividad curricular contribuye al perfil del graduado a través de la utilización de métodos bayesianos, para el diseño y desarrollo de sistemas inteligentes.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

This subject provides advanced knowledge in the area of Bayesian modeling, presenting the necessary tools to learn to model uncertainty and reason with it in intelligent systems.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA1. Asocia problemas complejos a áreas de desarrollo de la inteligencia artificial que permitan la selección del modelo más apto para su resolución. C1-RA3. Modela el conocimiento que se levanta de un problema en el ámbito de la inteligencia artificial, caracterizando su complejidad, para determinar las estructuras y los métodos más adecuados para su resolución. C1-RA5. Resuelve problemas mediante la aplicación de métodos y modelos de inteligencia artificial, utilizando el conocimiento teórico-práctico. C2-RA5. Integra técnicas de inteligencia artificial y modelos de conocimiento para la resolución de problemas complejos.	Conceptuales 1. Elementos de Teoría de la Probabilidad. Teorema de Bayes 2. Modelos gráficos 3. Muestreo 4. Inferencia aproximada 5. Causalidad Procedimentales 6. Análisis de problemas de incertidumbre y Modelamiento Bayesiano 7. Diseño e implementación de sistemas basados en incertidumbre Actitudinales 8. Fundamentación de decisiones de selección de métodos de modelado con incertidumbre 9. Aplicación de técnicas en el diseño y desarrollo de sistemas

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases y charlas expositivas 2. Aprendizaje basado en problemas Revisiones bibliográficas 3. Estudio de casos	1. Informes escritos individuales (estudios de caso, revisiones bibliográficas y modelos de solución de problemas) 60% 2. Exposiciones orales grupales 40%



5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos:

Bibliográficos Fundamentales:

1. Murphy, Kevin (2022). Probabilistic Machine Learning: An Introduction (Adaptive Computation and Machine Learning series). Editorial : The MIT Press. ISBN: 0262046822
2. Bishop, Christopher (2007). Pattern Recognition and Machine Learning. Editorial: Springer, 2007. ISBN: 1493938436
3. Nguyen, L. (2022). Visión general de la red bayesiana. Editorial: Ediciones Nuestro Conocimiento. ISBN: 6204631535

Bibliográficos Complementarios:

1. Koller, D.(2009). Probabilistic Graphical Models. Editorial: The MIT Press. ISBN: 0262013193

6. Requisito de asistencia

Deberá registrarse por el Reglamento Interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Diseño y Análisis de Sistemas Ciber físicos	
Subject Name: Design and Analysis of Cyber Physical Systems	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Optativo/Electivo	Prerrequisito: No aplica
Código:	
Créditos SCT-Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

Actividad curricular teórico-práctica que entrega las herramientas metodológicas para diseñar y analizar sistemas ciber físicos en diferentes áreas de aplicación, evaluando cuantitativa y cualitativamente sus similitudes, diferencias y ventajas. Dicho diseño o análisis se orienta a la utilización de métodos de inteligencia artificial que habiliten la toma de decisiones y la construcción de herramientas de monitoreo, control y optimización en los sistemas ciber físicos. Un sistema ciber físico consiste en un conjunto de dispositivos informáticos que se comunican entre sí e interactúan con el mundo físico a través de sensores y actuadores en un lazo de retroalimentación; dichos sistemas están cada vez más diseminados, considerando edificios inteligentes, ciudades inteligentes, salud, transporte, industria, entre otras áreas.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

Theoretical-practical activity that provides the methodological tools to design and analyze cyber-physical systems (CPS) in different application areas, evaluating quantitatively and qualitatively their similarities, differences, and advantages. This design or analysis is oriented to the use of artificial intelligence methods that enable decision making and the construction of monitoring, control, and optimization tools in cyber-physical systems. A cyber-physical system consists of a set of computing devices that communicate with each other and interact with the physical world through sensors and actuators in a feedback loop; such systems are increasingly disseminated, considering smart buildings, smart cities, health, transportation, industry, among other areas.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA3. Modelar el conocimiento que se levanta de un problema en el ámbito de la inteligencia artificial, caracterizando su complejidad, para determinar las estructuras y los métodos más adecuados para su resolución. C1-RA4. Evalúa métodos de inteligencia artificial a través de métricas de desempeño que permitan orientar la estrategia más adecuada para la resolución del problema. C2-RA1. Sistematiza información científica para identificar el estado del arte de una problemática específica en el contexto de la inteligencia artificial.	<u>Conceptuales</u> 1. Sistemas ciber físicos. 2. Sistema de cómputo embebido. 3. Sistemas distribuidos. 4. Sistemas complejos. 5. Sistemas ciber físicos y gemelos digitales. <u>Procedimentales</u> 6. Especificaciones técnicas de sistemas ciber físicos. 7. Evaluación y validación de sistemas ciber físicos 8. Toma de decisiones en sistemas ciber físicos basados en métodos de inteligencia artificial. 9. Aplicación de casos de estudio de sistemas ciber físicos <u>Actitudinales</u> 10. Confidencialidad en el manejo de información 11. Toma de decisión correctamente fundamentada frente a posibles alternativas de métodos de investigación 12. Rigurosidad en la aplicación de metodologías de investigación

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases y charlas expositivas. 2. Aprendizaje basado en problemas. 3. Revisión bibliográfica. 4. Desarrollo de Proyecto aplicado	1. Informes escritos individual/grupal 20% 2. Exposiciones orales individual 20% 3. Trabajos prácticos 20% 4. Elaboración de proyecto aplicado 40%

5. Recursos para el aprendizaje

1. Tecnológicos: Cámaras digitales, tarjetas de desarrollo, kits de sensores y actuadores

Bibliográficos Fundamentales:

1. Easwaran, B., Hiran, K. K., Krishnan, S., & Doshi, R. (Eds.). (2022). Real-Time Applications of Machine Learning in Cyber-Physical Systems: IGI Global.
2. Pal, S. K., Mishra, D., Pal, A., Dutta, S., Chakravarty, D., & Pal, S. (2022). Digital Twin – Fundamental Concepts to Applications in Advanced Manufacturing. Springer International Publishing.
3. Herwig, C., Pörtner, R., & Möller, J. (Eds.). (2021). Digital Twins: Applications to the Design and Optimization of Bioprocesses (Vol. 177). Springer International Publishing.
4. Kamlaris, A., Wohlgemuth, V., Karatzas, K., & Athanasiadis, I. N. (Eds.). (2021). Advances and New Trends in Environmental Informatics: Digital Twins for Sustainability. Springer International Publishing.

Bibliográficos Complementarios:

1. Marwedel, P. (2021). Embedded System Design: Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems, and the Internet of Things. Springer International Publishing.
2. Patnaik, S. (Ed.). (2020). New Paradigm of Industry 4.0: Internet of Things, Big Data & Cyber Physical Systems (Vol. 64). Springer International Publishing.
3. Guo, S., & Zeng, D. (Eds.). (2019). Cyber-Physical Systems: Architecture, Security and Application. Springer International Publishing.
4. Tao, F., Zhang, M., & Nee, A. Y. C. (2019). Digital twin driven smart manufacturing. Academic Press.
5. Alur, R. (2015). Principles of cyber-physical systems. The MIT Press.
6. Rawat, D. B., Rodrigues, J. J., & Stojmenovic, I. (Eds.). (2015). *Cyber-physical systems: from theory to practice*. CRC Press.

6. Requisito de asistencia

Deberá registrarse por el Reglamento Interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Internet de las Cosas	
Subject Name: Internet of Things	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Optativo/Electivo	Prerrequisito: No aplica
Código:	
Créditos SCT-Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

Actividad curricular teórico-práctica que entrega las herramientas metodológicas para diseñar y analizar plataformas de Internet de las Cosas (Internet of Things, IoT), habilitando la evaluación de su desempeño y resiliencia. Dicho diseño o análisis se orienta a la utilización de este tipo de tecnologías como un sistema generador de datos que se analizan por medio de métodos de inteligencia artificial para encontrar tendencias o patrones escondidos, y reducir la incertidumbre en la toma de decisiones dependiendo del campo de aplicación en que son implementados.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

Theoretical-practical subject that provides the methodological tools to design and analyze Internet of Things (IoT) platforms, enabling the evaluation of their performance and resilience. This design or analysis is oriented to the use of this type of technologies as a data generating system that is analyzed through artificial intelligence methods to find trends or hidden patterns and reduce uncertainty in decision making depending on the field of application in which they are implemented.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C1	Resolver problemas complejos a través del estudio y evaluación de métodos, algoritmos y modelos de inteligencia artificial, aplicando un enfoque científico-tecnológico en base al estado del arte.
C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas complejos mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
C1-RA3. Modelar el conocimiento que se levanta de un problema en el ámbito de la inteligencia artificial, caracterizando su complejidad, para determinar las estructuras y los métodos más adecuados para su resolución. C1-RA4. Evalúa métodos de inteligencia artificial a través de métricas de desempeño que permitan orientar la estrategia más adecuada para la resolución del problema. C2-RA1. Sistematiza información científica para identificar el estado del arte de una problemática específica en el contexto de la inteligencia artificial. C2-RA5. Integrar técnicas de inteligencia artificial y modelos de conocimiento para la resolución de problemas complejos.	<u>Conceptuales</u> 1. Paradigma de internet de las cosas. 2. Sensores inteligentes en sistemas IoT 3. Protocolos de comunicación. 4. Bases de datos. <u>Procedimentales:</u> 5. Análisis de datos en sistemas IoT 6. Visualización y reportabilidad en sistemas IoT 7. Resiliencia en sistemas IoT 8. Evaluación de sistemas IoT 9. Aplicación de Casos de sistemas IoT: Industrial IoT, agricultural IoT, healthcare & IoT <u>Actitudinales:</u> 10. Confidencialidad en el manejo de información 11. Toma de decisión correctamente fundamentada frente a posibles alternativas de métodos de investigación 12. Rigurosidad en la aplicación de metodologías de investigación

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
1. Clases y charlas expositivas. 2. Aprendizaje basado en problemas. 3. Revisión bibliográfica. 4. Desarrollo de Proyecto aplicado	1. Informes escritos individual/grupal 20% 2. Exposiciones orales individual 20% 3. Trabajos prácticos 20% 4. Elaboración de proyecto aplicado 40%



5. Recursos para el aprendizaje

Tecnológicos:

1. Cámaras digitales, tarjetas de desarrollo, kits de sensores y actuadores, sistemas de administración de comunicaciones digitales (router, gateway, switch configurable)

Bibliográficos Fundamentales:

2. Dow, C. (2018). Internet of Things Programming Projects Build Modern IoT Solutions with the Raspberry Pi 3 and Python. Packt Publishing, Limited.
3. James, A., Seth, A., & Mukhopadhyay, S. C. (2022). IoT System Design: Project Based Approach (Vol. 41). Springer International Publishing.
4. Kurniawan, A. (2017). Intelligent IoT projects in 7 days: Build exciting projects using smart devices. Packt Publishing.
5. Lacamera, D. (2018). Embedded Systems Architecture. Packt Publishing.
6. Lea, P. (2018). Internet of Things for architects: Architecting IoT solutions by implementing sensors, communication infrastructure, edge computing, analytics, and security (First published). Packt.

Bibliográficos Complementarios:

1. Marwedel, P. (2021). Embedded System Design: Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems, and the Internet of Things. Springer International Publishing.
2. Rayes, A., & Salam, S. (2019). Internet of Things From Hype to Reality: The Road to Digitization. Springer International Publishing.
3. Serpanos, D., & Wolf, M. (2018). Internet-of-Things (IoT) Systems. Springer International Publishing.
4. Wolf, M. (2019). Embedded system interfacing: Design for the internet-of-things (IoT) and cyber-physical systems (CPS). Morgan Kaufmann Publishers.
5. Kolhe, M. L., Karande, K. J., & Deshmukh, S. G. (Eds.). (2022). Artificial Intelligence, Internet of Things (IoT) and Smart Materials for Energy Applications. CRC Press.
6. Kumar, S. (2021). Fundamentals of Internet of Things. Chapman and Hall/CRC.

6. Requisito de asistencia

Deberá registrarse por el Reglamento Interno del Programa.

Programa de Actividad Curricular

1. Identificación General

Nombre de la actividad: Inteligencia Artificial Generativa (IAG) basada en Gestión y Movilización del Conocimiento.	
Subject Name: Generative Artificial Intelligence (GAI) based on Knowledge Management and Mobilization.	
Programa: Doctorado en Inteligencia Artificial	
Tipo de Actividad Curricular: Electivo de profundización	Prerrequisito: No aplica
Código:	
Créditos SCT- Chile: 6	Horas Presenciales: 54 Horas No Presenciales: 126

a. Descripción de Actividad Curricular

Esta actividad curricular aborda modelos teóricos, tecnológicos y epistemológicos para orientar la implementación de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) basada en la Gestión y Movilización del Conocimiento. Se estudian aplicaciones de la IAG que optimicen los procesos de gestión, los trabajos académicos y la investigación con el fin de generar ideas innovadoras sobre cómo aportar contenidos, usos y propósitos a estas tecnologías disruptivas. Se realizan experiencias prácticas organizadas como microproyectos creativos con la asistencia de la IAG con el fin de recoger evidencias de experiencias de gestión y/o investigación pertinentes a la tesis de grado y/o competencia investigativa. Dada la velocidad y magnitud de estos procesos de cambio, este curso ofrece espacios para repensar los entornos de trabajo y el desempeño profesional, lo que exige una reflexión crítica sobre los cambios culturales disruptivos.

b. Descripción de la Actividad Curricular (en inglés)

This curricular activity addresses theoretical, technological and epistemological models to guide the implementation of Generative Artificial Intelligence (GAI) based on Knowledge Management and Mobilization. Applications of GAI that optimize management processes, academic work and research are studied in order to generate innovative ideas on how to provide content, uses and purposes to these disruptive technologies. Practical experiences organized as creative microprojects are carried out with the assistance of GAI in order to collect evidence of management and/or research experiences relevant to the degree thesis and/or research competence. Given the speed and magnitude of these change processes, this course offers spaces to rethink work environments and professional performance, which requires critical reflection on disruptive cultural changes.

2. Competencias del perfil de graduación a las que tributa

C2	Crear ciencia y tecnología de frontera, a través del levantamiento de nuevos modelos de conocimiento y de la sistematización de procesos de investigación básica o aplicada, para la resolución de problemas complejos, mediante la utilización de herramientas de inteligencia artificial con un enfoque interdisciplinar en un contexto de responsabilidad social y desarrollo sostenible.
-----------	--

3. Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
RA1. Conocen modelos teóricos, tecnológicos y fundamentos epistemológicos, relacionados con el uso de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG), basados en Gestión y Movilización del Conocimiento. RA2. Utilizan aplicaciones de IAG, innovando y optimizando procesos de gestión, los trabajos académicos y/o la investigación. RA3. Aplican un microproyecto de innovación con IAG, obteniendo evidencias acerca de su implementación e impactos inmediatos. RA4. Reflexionan críticamente acerca de cómo prefigurar nuevos desempeños desde experiencias prácticas con IAG.	Conceptuales 4. Definiciones conceptuales 1.1. Qué es la Inteligencia Artificial y la Inteligencia Artificial Generativa (IAG). Perspectiva histórica e impacto social y cultural. 1.2. Gestión del Conocimiento y Movilización del Conocimiento: modelos de referencia. 5. Modelo Incremental de Prototipos aplicado al desarrollo de soluciones con aplicaciones de IAG. 2.1. Elementos del modelo. 2.2. Formas de validación (expertos y usuarios). Procedimentales 1. Aplicaciones de IAG: 2.1. Aplicaciones de IAG para optimizar la gestión. 2.2. Aplicaciones de IAG para optimizar las tareas académicas. 2.3. Aplicaciones de IAG para optimizar la investigación. 2.4. Aplicaciones de IAG para apoyar los procesos de Suficiencia Investigativa y/o de Tesis de Grado. Actitudinales 1. Decisiones para el diseño e implementación de un microproyecto de innovación con uso de IAG. 2. Aplicación de metodologías de diseño incremental de prototipos 3. Difusión de los resultados obtenidos a través de la escritura académica (insumos

para la Suficiencia Investigativa y/o de Tesis de Grado.

4. Medios y Evaluación para el aprendizaje

Estrategias Metodológicas	Estrategias evaluativas
- Exposiciones y análisis de los contenidos centrales del curso en sesiones presenciales. - Trabajo asincrónico en Plataforma EV@ Postgrados. - Lectura y análisis de textos de referencia, provistos por el curso o autogestionados por los(as) doctorandos(as). - Vinculación de las aplicaciones IAG con proyectos de investigación y/o Suficiencia Investigativa y/o de Tesis de Grado. - Talleres de discusión conceptual, procedimental y actitudinal tipo coloquio. - Escritura académica de los resultados teórico/prácticos, como insumos para artículos o para la Suficiencia Investigativa y/o de Tesis de Grado.	- Elaboración y aplicación de un Microproyecto de uso de IAG basado en Gestión y Movilización del Conocimiento. - Estados de avance. - Informe Final del Microproyecto o escritura académica de resultados. - Evaluación auténtica de procesos y resultados.

5. Recursos para el aprendizaje.

Tecnológicos:

- Computador personal
- Conectividad
- Aplicaciones de Inteligencia Artificial Generativa (IAG)
- Plataforma EV@ Postgrados

Bibliográficos Fundamentales:

- Careaga, M.; Barnes, S. (Prólogo); Timmis, S. (Epílogo) (2020). Aproximaciones a la Epistemología para Universitarios. Breves acercamientos a mentes brillantes. Chile: Ril Editores. ISBN: 978-956-01-0819-7 (págs. 914)
- Careaga, M.; Avendaño, V. (2017). Currículum Cibernético y Gestión del Conocimiento. Fundamentos y Modelos de Referencia. Chile: Editorial UCSC, RIL Editores.
- Couffignal, L. (1964). Les machines à penser. Paris: Colection l'homme et la machine, Édition de Minuit
- Marinakakis, Y. D., Walsh, S. T., & White, R. (2024). What is the relationship between sociotechnical transition and disruptive innovations? Technological Forecasting and Social Change, 199, 123081.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162523007667>
- McDonald, N., Johri, A., Ali, A., & Hingle, A. (2024). Generative artificial intelligence in higher education: Evidence from an analysis of institutional policies and guidelines. arXiv preprint arXiv:2402.01659. <https://arxiv.org/abs/2402.01659>

8. Nikolopoulou, K. (2024). Generative Artificial Intelligence in Higher Education: Exploring ways of harnessing pedagogical Practices with the assistance of ChatGPT. *International Journal of Changes in Education*, 1(2), 103-111.
<https://ojs.bonviewpress.com/index.php/IJCE/article/view/2489>
9. Prensky, M. (2013). Enseñar a nativos digitales. 1ra. edición, México: SM Ediciones.
10. Siemens, G. (2006). Connectivism: Learning Theory or Pastime of the Self-Amused? http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism_self-amused.htm
11. Kurzweil, R. (2005). La singularidad está cerca. Cuando los humanos trascendamos la biología. España: Cimpapres.
12. Wawak, S., Teixeira Domingues, J. P., & Sampaio, P. (2024). Quality 4.0 in higher education: reinventing academic-industry-government collaboration during disruptive times. *The TQM Journal*, 36(6), 1569-1590. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/tqm-07-2023-0219/full/html>

Bibliográficos Complementarios:

1. Deleuze, G. (2006). Post-scriptum sobre las sociedades de control. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, vol. 5, núm. 13, 2006, p. 0 Universidad de Los Lagos Santiago, Chile. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30551320>
2. Gallego, D. y Alonso C. (Directores) (2011) *Innovación y Gestión del Talento*. Cáceres: EBS Careaga, M. Autor Capítulo Integración curricular de TIC basada en redes de gestores de conocimiento: tres experiencias ID+i. (pp. 91-103) ISBN 978-84-614-9144-5
3. McLuhan, M. (1962). *La aldea global*. Editorial Gedisa.
4. Majo, J. (2002) *La revolución educativa en la era Internet*. España: Editorial Cisspraxis S.A.
5. Stiegler, B. (1994). *La técnica y el tiempo*. Vol. 1 *El pecado de Epimeteo*. París: Editions Galilée.
6. Stiegler, B. (1998). *La técnica y el tiempo*. Vol. 2 *La desorientación*. París: Editions Galilée.
7. Wiener, N. (1948). *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. New York: John Wiley and sons.

6. Requisito de asistencia

Deberá registrarse por el Reglamento interno del Programa.