



Campus de la UNA
SAN LORENZO-PARAGUAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
CONSEJO DIRECTIVO

RESOLUCIÓN 25/18/128-00
ACTA 1226/25/08/2025

“POR LA CUAL SE APRUEBA EL PROGRAMA DE ESTUDIO DE LA ASIGNATURA APRENDIZAJE POR REFUERZO, DE LA CARRERA INGENIERÍA EN INFORMÁTICA – PLAN 2026, SEDE SAN LORENZO”

VISTO: El Memorando DA/1707/2025 del Director Académico de la FP-UNA, Prof. MSc. Felipe Santiago Uzabal Ecurra, con el cual remite el Memorando CCPTCC/030/2025 de la Comisión Coordinadora del Proyecto de Transformación Curricular de Carreras de Grado de la FP-UNA, en el que presenta la propuesta de Programa de Estudio de las Asignaturas de la Carrera Ingeniería en Informática.

CONSIDERANDO: La Ley 4995/2013 de Educación Superior, el Estatuto de la Universidad Nacional de Asunción y las deliberaciones sobre el tema.

Que la Comisión Coordinadora del Proyecto de Transformación Curricular de Carreras de Grado, solicita la aprobación del Programa de Estudio de la asignatura **“Aprendizaje por Refuerzo”**, de la Carrera Ingeniería en Informática – Plan 2026.

Que los programas fueron elaborados conforme a las disposiciones establecidas por el Consejo Nacional de Educación Superior (CONES) en materia de **créditos académicos**, según lo dispuesto en la Resolución CONES N.º 221/2024, que regula el *Sistema de Créditos Académicos – Paraguay* y los criterios para su publicación en las carreras de grado.

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD POLITÉCNICA
RESUELVE:**

25/18/128-01 APROBAR el Programa de Estudio de la Asignatura **“Aprendizaje por Refuerzo”**, de la carrera Ingeniería en Informática, Sede San Lorenzo, detallado en el ANEXO 90 de la presente Acta.

25/18/128-02 COMUNICAR, copiar y archivar.

Prof. Abg. Joel Arsenio Benítez Santacruz
Secretario



Prof. Ing. Silvia Teresa Leiva León, MSc.
Presidenta



Campus de la UNA
SAN LORENZO-PARAGUAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
CONSEJO DIRECTIVO

Resolución 25/18/128-00 Acta 1226/25/08/2025
ANEXO 90

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE ESTUDIO

I. IDENTIFICACIÓN

Nivel		Grado									
Asignatura		Aprendizaje por Refuerzo									
Carrera		Plan		Sede/Filial		Carácter		Semestre		Prerrequisitos	
Ingeniería en Informática		2026		Sede San Lorenzo		Electiva 1		Séptimo		Ingeniería de Software 1, Bases de Datos 2, Programación de Aplicaciones 2, Seguridad Informática.	
Semanal					Periodo						
HT	HP	HTD	HTI	HS	PA	THTD	THTI	THA	CA-PY		
3	1	4	4	8	18	72	72	144	5		

- *HT: Horas Teóricas semanales.
- *HP: Horas Prácticas semanales.
- *HTD: Horas semanales de Trabajo académico con acompañamiento Docente.
- *HTI: Horas semanales de Trabajo académico Independiente del estudiante.
- *HS: Horas Semanales (HTD+HTI).
- *PA: Periodo Académico en semanas.
- * THTD: Total de Horas de Trabajo académico con acompañamiento Docente (HTD*PA).
- * THTI: Total de Horas de Trabajo académico Independiente del estudiante (HTI*PA).
- * THA: Total de Horas de trabajo Académico (THTD+THTI).
- * CA-PY: Créditos académicos de la asignatura.

II. FUNDAMENTACIÓN

El aprendizaje por refuerzo (del inglés, "Reinforcement Learning") es un subcampo de la Inteligencia Artificial que intercepta la matemática, la estadística y las ciencias de la computación. En el aprendizaje por refuerzo se tiene como objetivo desarrollar técnicas/modelos que permitan a las computadoras aprender a partir de interacciones con el ambiente de simulación mediante castigos y recompensas. A mediano y largo plazo, estos programas van descubriendo qué acciones a tomar según el estado del sistema. En ese sentido, en el largo plazo se busca converger a una política óptima de decisiones.

El problema de calcular una política óptima de decisiones también se estudia en otros campos de la ciencia como son la teoría de juegos, teoría de control, investigación de operaciones, teoría de la información, la optimización basada en la simulación, estadística y algoritmos evolutivos. Otros campos de investigación muy importantes donde se estudian los métodos de aprendizaje por refuerzo son también la programación dinámica aproximada y la teoría de control óptimo.

Generalmente, el aprendizaje por refuerzo se modela como un proceso de decisión de Márkov y muchos algoritmos de aprendizaje por refuerzo están estrechamente relacionados con técnicas de la programación dinámica.

El aprendizaje por refuerzo difiere del aprendizaje supervisado en el que los pares de entradas/salidas correctas nunca se presentan, ni acciones subóptimas corregidas explícitamente.

En relación a la naturaleza de la asignatura, se aborda de manera teórico-práctica, se combinarán conceptos teóricos con ejercicios prácticos. La organización de la asignatura se basa en los ejes temáticos,

temáticos, se incluyen conceptos fundamentales como: algoritmos Q-learning, políticas de gradientes, aprendizaje profundo por refuerzo; IA en juegos: árboles.

III. COMPETENCIAS DEL PERFIL DE EGRESO ASOCIADAS

- 1. Adaptarse respetuosamente a contextos nuevos o adversos, así como a diversidades personales, disciplinares y culturales.
- 2. Evaluar el comportamiento de diversos fenómenos disciplinares e interdisciplinares relacionados con la ingeniería en informática con una visión de sistema, mediante modelos teóricos validados y actualizados, capaces de abarcarlos integralmente en un contexto de incertidumbre.
- 3. Planificar, proyectar, diseñar y ejecutar proyectos sostenibles e integrales para la resolución de problemas, la mejora y la innovación en el ámbito de la ingeniería informática.

IV. ORGANIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

Unidades	Contenidos	Resultados de aprendizaje
1. Introducción al aprendizaje por refuerzo	1.1. Introducción a la inspiración. 1.2. El problema del aprendizaje por refuerzo. 1.3. Dentro de un agente. 1.4. Problemas con aprendizaje reforzado.	1. Comprende la idea fundamental del aprendizaje reforzado y sus componentes.
2. Procesos de decisión de Márkov.	2.1. Procesos de Márkov. 2.2. Procesos de recompensa de Márkov. 2.3. Procesos de decisión de Márkov.	1. Comprende la conexión entre el modelo matemático utilizado para representar el problema de aprendizaje reforzado.
3. Planificación por programación dinámica.	3.1. Introducción 3.2. Evaluación de políticas 3.3. Iteración de políticas 3.4. Valor de la iteración 3.5. Extensión a programación dinámica.	1. Comprende y aplica adecuadamente la construcción de políticas y su conexión tangencial con la programación dinámica.
4. Predicción sin modelos.	4.1. Introducción. 4.2. Montecarlo. 4.3. Aprendizaje por diferencia-temporal. 4.4. TD.	1. Diferencia entre las estrategias de predicción sin uso de modelos.
5. Control sin modelos.	5.1. Introducción. 5.2. Control basado en políticas de Montecarlo. 5.3. Aprendizaje en políticas temporal-diferencial. 5.4. Aprendizaje sin políticas.	1. Aplica en forma apropiada los modelos de control de la evolución del aprendizaje sin modelos.
6. Aprendizaje reforzado con funciones de	6.1. Introducción. 6.2. Métodos incrementales. 6.3. Métodos en lotes.	1. Comprende las implicancias de las dificultades computacionales y cómo reducir los tiempos de

Unidades	Contenidos	Resultados de aprendizaje
aproximación.		cómputos.
7. Políticas de búsquedas por método del gradiente.	7.1. Introducción. 7.2. Política de gradiente por diferencia finita. 7.3. Política de gradiente por Montecarlo. 7.4. Política de gradiente por actor crítico.	1. Comprende la búsqueda de las políticas mediante procesos de optimización.
8. Aprendizaje por refuerzo y planificación	8.1. Aprendizaje basado en modelos. 8.2. Estructuras integradas. 8.3. Búsqueda basada en simulación.	1. Diferencia entre el aprendizaje sin modelos y con modelos.
9. Balances en la búsqueda	9.1. Exploración versus explotación. 9.2. Multi-ArmedBandits. 9.3. Contexto del Bandi. 9.4. MDPs.	1. Comprende el balance entre exploración y explotación, características de un proceso de optimización, para lograr la convergencia hacia políticas óptimas.
10. Casos de estudios	10.1. Teoría de juegos. 10.2. Búsqueda minimax. 10.3. Jugando con uno mismo. 10.4. Juegos con información imperfecta.	2. Aplica los conceptos del aprendizaje por refuerzo en casos reales.

IV. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

En el desarrollo del programa se aplicarán estrategias didácticas conducentes a la apropiación teórica y la ejecución práctica de procesos y procedimientos, a saber:

- **Clases magistrales:** se presentará una introducción teórica con los conceptos fundamentales de la asignatura utilizando ejemplos claros y aplicaciones en el mundo real.
- **Investigación de nuevas técnicas y problemas:** se agrupará a los estudiantes en grupos pequeños para que investiguen conceptos avanzados de aprendizaje de máquinas aplicados a casos reales.
- **Aprendizaje basado en proyectos:** se agrupará a los estudiantes en grupos pequeños para que resuelvan problemas tipo desafíos.
- **Aula invertida:** se proporcionará a los estudiantes acceso a materiales de aprendizaje, como videos, lecturas y ejercicios a ser accedidos mediante una planificación. Estos recursos cubrirán los conceptos teóricos fundamentales de la asignatura.

La elección particular de la estrategia didáctica aplicada será explícita en el Planeamiento de la Asignatura, de acuerdo con el perfil de los estudiantes, los recursos disponibles y el contexto educativo.

VI. ESTRATEGIAS EVALUATIVAS

El proyecto comprende como estrategias evaluativas pruebas teóricas individuales de los conceptos básicos; mientras que los conceptos avanzados serán evaluados mediante tareas grupales para la resolución de problemas complejos.

Con fines de calificación y promoción se aplicará el Reglamento Académico vigente en la institución que prevé valoraciones de proceso y final.

VII. MEDIOS AUXILIARES

Pizarras, marcadores, computadoras, proyector, parlantes para multimedia, plataforma virtual, sala de laboratorio equipada para prácticas con sistemas operativos Linux o Windows y acceso a Internet.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Reinforcement Learning: An Introduction, Sutton and Barto, 2nd Edition, <http://incompleteideas.net/book/the-book-2nd.html>
- Reinforcement Learning: State-of-the-Art, Marco Wiering and Martijn van Otterlo, Eds, <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-27645-3>
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2016). Artificial intelligence: a modern approach. Pearson.
- Deep Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. <https://www.deeplearningbook.org/>.
- Cherkassky, V., & Mulier, F. M. (2007). Learning from data: concepts, theory, and methods. John Wiley & Sons.
- Deisenroth, M. P., Faisal, A. A., & Ong, C. S. (2020). Mathematics for machine learning. Cambridge University Press.
- Mitchell, T. M., & Mitchell, T. M. (1997). Machine learning (Vol. 1, No. 9). New York: McGraw-Hill.
- CS234: Reinforcement Learning Winter 2023. Stanford University A. I. Programs, <https://web.stanford.edu/class/cs234/modules.html>
- David Silver's course on Reinforcement Learning, <https://www.davidsilver.uk/teaching/>

