UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Plano de Ensino

DISCIPLINA: Fundamentals of Reinforcement Learning	**CÓDIGO**:

Docente Responsável: Fernando Aparecido de Assis
Carga Horária: 60 horas-aula
Créditos: 04
Área de Concentração: Sistemas Elétricos - SE
Ano: 2026
Semestre: 2°

Ementa:

Definições básicas de aprendizado por reforço (*reinforcement learning* - RL) e tomada de decisão sequencial. Modelagem matemática e estrutura de valor em RL. Métodos clássicos de planejamento e aprendizado baseado em amostras. Métodos de controle em RL. RL com aproximação de função. Aprendizado por reforço profundo (*deep reinforcement learning* - DRL). Métodos baseados em política e arquiteturas híbridas. Visão geral de métodos avançados de RL.

INTERDISCIPLINARIDADES

Inter-relações desejáveis

Os conteúdos abordados na disciplina *Fundamentals of Reinforcement Learning* têm relações com as seguintes disciplinas e linhas de pesquisa:

- **Disciplinas** $\Rightarrow$ Técnicas de Otimização, Métodos Numéricos, Computação Evolucionária, Fundamentos para Aprendizagem de Máquina, Inteligência Computacional, Introdução ao Machine Learning.

- **Linhas de Pesquisa** $\Rightarrow$ Planejamento e Operação de Sistemas Elétricos de Potência (POSEP); Eletromagnetismo Aplicado (EA); Análise e Modelagem de Sistemas (AMS); Sistemas de Controle (SC).

Objetivos - Ao final do curso, espera-se que os alunos sejam capazes de compreender os fundamentos matemáticos do Aprendizado por Reforço (RLs), incluindo processos de decisão de Markov (MDPs), funções de valor e equações de Bellman, modelar problemas sequenciais como MDPs, implementar e analisar algoritmos clássicos como programação dinâmica, métodos de Monte Carlo e aprendizado por diferença temporal, aplicar métodos baseados em valor como Q-learning e SARSA, entender e utilizar métodos de política como *policy gradient*, empregar técnicas de aproximação de função em contextos de deep reinforcement learning, além de avaliar criticamente algoritmos e resultados experimentais e desenvolver projetos aplicados na área.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Plano de Ensino

Métodos Didáticos Utilizados	
Marque com um X no quadro:	
[X] Aula expositiva em quadro	[X] Seminário
[X] Lecture with projector (data projector)	[X] Pesquisa
[ ] Aula com uso de multimídia	[X] Trabalho individual
[X] Aula prática	[X] Trabalho em grupo
[ ] Discussão de texto	[ ] Visita técnica
[ ] Filme	[ ] Outros: _____

Unidades de ensino		**Carga-horária Horas-aula**
1	**Introdução ao Aprendizado por Reforço** • O que é RL *versus* aprendizado supervisionado e não supervisionado • Revisão de conceitos de probabilidade, distribuições, valor esperado, variáveis aleatórias e cadeias de Markov	4
2	**Processos de Decisão de Markov (MDPs)** • Estados, ações e recompensas • Política • Horizontes finito/infinito	8
3	**Funções de Bellman** • Valor de estado • Valor de ação • Equações de Bellman • Interpretação probabilística	4
4	**Programação Dinâmica** • Policy evaluation • Policy improvement • Policy iteration • Value iteration	8

Plano de Ensino

Unidades de ensino		Carga-horária Horas-aula
5	**Métodos de Monte Carlo e Diferença Temporal (TD)** • Predição, controle e exploração • TD(0) • Bootstrapping	4
6	**SARSA e Q-Learning** • Controle on-policy • Controle off-policy • Exploração versus Explotação: ε-greedy, Softmax, Upper Confidence Bound (intuição)	8
7	**Aproximação de Função** • Aproximação linear • Aproximação não-linear • Generalização	4
8	**Deep Reinforcement Learning** • Redes neurais em RL (aproximação de função) • Instabilidade no treinamento (divergência, correlação de amostras) • Replay buffer (descorrelação e eficiência amostral)	4
9	**Métodos baseados em valor: Deep Q-Learning** • Deep Q-Networks (DQN) • Arquitetura da rede Q • Target networks (estabilização)	4
10	**Métodos baseados em política (Policy Gradient)** • REINFORCE • Gradiente de política	4
11	**Métodos híbridos: Actor-Critic** • Estrutura actor-critic • Advantage function • A2C (visão geral) • Estratégias para estabilidade e redução de variância	8
	Total	60

Plano de Ensino

Métodos de Avaliação

A avaliação do conhecimento será realizada por meio de atividades teórico-práticas, distribuídas em: i) 2 Projetos Práticos (PPs) envolvendo programação de algoritmos, simulação computacional e apresentação de resultados – Peso 6; ii) 3 Listas de Exercícios (LEs) – Peso 3; iii) Quizzes – Peso 1.

Para aprovação, NF ≥ 6,0 e frequência nas aulas presenciais maior ou igual a 75%.

Bibliografia Básica

1. SUTTON, R. S. and BARTO, A. G. Reinforcement Learning: An Introduction. Cambridge: Bradford Book, 1998.
2. HAYKIN, Simon S. Neural networks and learning machines. 3rd. ed. Upper Saddle River, N.J: Pearson Education, 2009.
3. ROSS, Sheldon M. A first course in probability. Upper Saddle River, N.J: Pearson 2010.

Bibliografia Complementar

1. LIU, Yuxi (Hayden). Machine learning com Python na prática: desbloqueie as melhores práticas de aprendizado de máquina com casos de uso do mundo real. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2025.
2. SILVA, Fabrício M; LENZ, Maikon L; FREITAS, Pedro H. C. Inteligência artificial. 1. ed. Porto Alegre: SAGAH, 2018.
3. VANDERPLAS, Jake; MACHADO, Eveline. Guia do python para data science: ferramentas essenciais para trabalhar com dados. 1. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2025.
4. SILVA, Ivan Nunes da; SPATTI, Danilo Hernane; FLAUZINO, Rogério Andrade. Redes neurais artificiais: para engenharia e ciências aplicadas. São Paulo: Artliber, 2010.
5. RUSSELL, Stuart J; NORVIG, Peter. Inteligência artificial: uma abordagem moderna. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2022.

Aprovado na reunião do colegiado em XX, XXXXXXXXX, 2026.

_____

Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
Dr. Fernando Aparecido de Assis