



## **GEMELOS DIGITALES: APLICACIONES INDUSTRIALES Y SOCIALES**

**Carrera:**

Doctorado en Ciencias Informáticas

**Docentes a Cargo:**

Dra. Marcela Printista – Dr. Emilio Luque

**Duración:** 60 hs. horas de interacción pedagógica docente-estudiante, con 20 hs. de clases sincrónicas y 40hs de trabajo autónomo del/la estudiante. Total= 100 Hs.

**Créditos:** 4 (Según Ord. 261 UNLP)

### **FUNDAMENTACIÓN**

En la era actual de la transformación digital, los gemelos digitales han emergido como una herramienta poderosa para la simulación avanzada, el análisis predictivo y la toma de decisiones informadas en una variedad de industrias y sectores.

Este curso está diseñado para explorar a fondo el potencial y las aplicaciones de los gemelos digitales, centrándose en varios aspectos clave:

- **Evolución de la Simulación:** Los gemelos digitales representan una evolución significativa de los escenarios clásicos de simulación, permitiendo una modelización más precisa y detallada de sistemas complejos en entornos virtuales.
- **Análisis Avanzado:** Se abordarán técnicas avanzadas de modelado de problemas, incluyendo el uso de agentes inteligentes que trabajan en paralelo para colaborar en la toma de decisiones, mejorando la eficiencia y la efectividad de los procesos.
- **Aplicaciones Prácticas:** Se analizarán casos reales de empleo de gemelos digitales en la gestión sanitaria, la industria y problemáticas sociales como emergencias y medioambiente, destacando su impacto y beneficios en situaciones del mundo real. Este curso se dictará utilizando la modalidad espejo con la Universidad Nacional de San Luis.

### **OBJETIVO**

- Discutir las posibilidades del modelo de “gemelos digitales” como una evolución de los escenarios clásicos de “simulación”.
- Análisis del modelado de problemas utilizando diferentes técnicas, en particular la de “agentes” que trabajan en paralelo y pueden tener grados de “inteligencia” para colaborar en la toma de decisiones.
- Análisis de casos de empleo de gemelos digitales en la gestión sanitaria, en la industria y en el análisis predictivo de problemáticas sociales (emergencias / medioambiente, etc).
- Estudio de los KPIs críticos en los casos analizados.
- Analizar la integración de IoT y diferentes técnicas de obtención de datos en tiempo real para tener Gemelos Digitales “predictivos”.



- Discutir otros campos de aplicación posibles.

## **CONTENIDOS MÍNIMOS**

Conceptos básicos de Simulación y Gemelos Digitales. Diseño y análisis de modelos basados en agentes. Casos de estudios en diferentes dominios de aplicación. En general, dentro de los temas de la asignatura se considera:

- A. Metodologías de modelamiento y simulación.
- B. Obtención y procesamiento de datos conducentes a construir modelos de simulación y gemelos digitales.
- C. Aspectos de rendimiento y métricas de análisis.
- D. Estudio de diferentes escenarios en aplicaciones concretas de Gemelos Digitales.

## **PROGRAMA**

### Bloque 1.

Conceptos básicos de Simulación y Gemelos Digitales.

Diseño y análisis de modelos basados en agentes.

Áreas de aplicación de Gemelos Digitales.

Gemelos Digitales: Relación con Sistemas de Tiempo Real y Cómputo de Altas Prestaciones.

### Bloque 2.

Estudio de casos en gestión sanitaria.

Gemelo digital para atención de emergencias hospitalarias.

Extensión del modelo de gestión sanitaria integral en hospitales.

Modelos orientados a pandemias.

### Bloque 3.

Empleo de Gemelos Digitales en la industria.

Industria de procesos. Casos de aplicación.

IIoT, IloT e IIIoT y su relación con el procesamiento en tiempo real en la industria.

Software para modelar entornos industriales.

Casos de estudio.

### Bloque 4

Estudio de casos en problemáticas sociales.

Evacuación en ambientes cerrados.

Evacuación en ciudades costeras.

Aluviones. Visualización y Validación.

Plataformas Crowdsourcing para soporte ante desastres de origen natural.

Plataforma geo-informática de generación dinámica de mapas de escenarios de cambio climático.

Aspectos de rendimiento y métricas de análisis.

### Bloque 5

Análisis de posibles aplicaciones de Gemelos Digitales en otros ámbitos.

Estudio de herramientas de simulación y algoritmos predictivos en aplicaciones de gemelos digitales.



Análisis de performance y relación costo-beneficio del empleo de Gemelos Digitales.

## **BIBLIOGRAFÍA**

“Digital twin modeling”. Tao, F., Xiao, B., Qi, Q., Cheng, J., & Ji, P. . *Journal of Manufacturing Systems*, 64, 372-389. (2022)

“Digital twin: Origin to future”. Singh, M., Fuenmayor, E., Hinchy, E. P., Qiao, Y., Murray, N., & Devine, D. *Applied System Innovation*, 4(2), 36. (2021)

“Advancements and challenges of digital twins in industry”. Tao, F., Zhang, H., & Zhang, C. *Nature Computational Science*, 4(3), 169-177. (2024)

“A Simple-to-Use BDI Architecture for Agent-Based Modeling and Simulation”. Philippe Caillou, Benoit Gaudou, Arnaud Grignard, Chi Quang Truong, and Patrick Taillandier. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Springer 2017

“A Methodology for Performance Estimation of Bot-based Applications for Natural Disasters” Luis Veas-Castillo; Juan Ovando-Leon; Carolina Bonacic; Verónica Gil-Costa; Mauricio Marin. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 2024.

“A Parallel Algorithm to Accelerate DEVS Simulations in Shared Memory Architectures” Guillermo G. Trabes, Veronica Gil-Costa and Gabriel A. Wainer. *Transactions on Parallel and Distributed Systems*. DOI: [10.1109/TPDS.2023.3256083](https://doi.org/10.1109/TPDS.2023.3256083) 2023.

“Efficient Simulation of Natural Hazard Evacuation for Seacoast Cities”. Gabriel Astudillo, Veronica Gil-Costa and Mauricio Marin. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2022

“Bot-Based Emergency Software Applications for Natural Disaster Situations”. Gabriel Ovando-Leon, Luis Veas-Castillo, Veronica Gil-Costa and Mauricio Marin. *Future Internet*. 14(3), 81 2022.

“Feasibility of P2P-STB based Crowdsourcing to Speed-up Photo Classification for Natural Disasters”. Fernando Loor, Veronica Gil-Costa and Mauricio Marin. *J. Cluster Computing*. 25, pages 279–302 2022

“Gemelos Digitales: Aplicación en la Industria de Procesos, en la Gestión Sanitaria y en el área Agrícola. Congreso WICC. UNSJB. Puerto Madryn”  
F. Walas, D. Rexachs, M. Planas, E. Bruballa, F. Epelde, Á. Wong, E. Luque, J. Acosta, S. Fretes, A. E. Cayuqueo, G. Guitera, C. Russo, L. Esnaola, H. Ramón, A. Jaszczyszyn, L. De Giusti, M. Naiouf, S. Medina, A. De Giusti. (2024). Congreso WICC. UNSJB. Puerto Madryn

“Technological Modernizations in the Industry 5.0 Era: A Descriptive Analysis and Future Research Directions”.  
Alojaiman, B. *Processes* 2023, 11, 1318. [https://doi.org/ 10.3390/pr11051318](https://doi.org/10.3390/pr11051318)

“Industrial applications of digital twins”



Jiang Yuchen, Yin Shen, Li Kuan, Luo Hao and Kaynak Okyay  
2021. Phil. Trans. R. Soc. A.37920200360. <http://doi.org/10.1098/rsta.2020.0360>  
"Reinforcing Industry 4.0 With Digital Twins and Blockchain-Assisted Federated ,"  
M. Aloqaily, I. A. Ridhawi and S. Kanhere.  
IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 41, no. 11, pp. 3504-3516, Nov. 2023, doi: 10.1109/JSAC.2023.3310068.

"The product quality inspection scheme based on software-defined edge intelligent controller in industrial internet of things"  
Hu, P., He, C., Zhu, Y. et al.  
J Cloud Comp 12, 113 (2023). <https://doi.org/10.1186/s13677-023-00487-7>

"Constructing a Network Digital Twin through formal modeling: Tackling the virtual–real mapping challenge in IIoT networks. Internet of Things."  
Mehdi Kherbache, Arsalan Ahmed, Moufida Maimour, Eric Rondeau.  
Internet of Things. Volume 24. 2023. 101000. ISSN 2542-6605.  
<https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.101000>.

"Nuevos modelos de negocio en el paradigma Industria 5.0. Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático para optimizar procesos industriales"  
E. F. Walas Mateo (2023) Tesis Doctoral.

"Review of digital twin applications in manufacturing, Computers in Industry"  
Chiara Cimino, Elisa Negri, Luca Fumagalli.  
Volume 113,2019,103130,ISSN 0166-3615, <https://doi.org/10.1016/j.com.pind.2019.103130>.

"Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges and Open Research"  
Fuller, A.; Fan, Z.; Day, C.; Barlow, C.  
IEEE Access. doi: 10.1109/access.2020.2998358, 2020, V8, 108952-108971.

"Digital Twin Shop-Floor: A New Shop-Floor Paradigm Towards Smart Manufacturing"  
Tao, F.; Zhang, M.  
IEEE Access. <https://doi.org/10.1109/access.2017.2756069>, 2017, V5, 20418-20427.

"Disruptive Technologies and Operations Management in the Industry 4.0 Era and Beyond".  
Choi, T.; Kumar, S.; Yue, X.; Chan, H.  
Production and Operations Management.2022. doi:10.1111/poms.13622, V31, 9-31.