



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	8
Vigencia	19/09/2024

Departamento:
Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas

Programa de acreditación:
CyTMA2

Programa de Investigación¹: MEP

Código del Proyecto:
C2-ING-136

Título del proyecto
Cómo Aprenden los que Aprenden: la Enseñanza y su Seguimiento en Entornos Virtuales de Aprendizaje

PI Dependencia Compartida:
Elija un elemento.

PI Interdepartamental:
Elija un elemento.

Informe Final

Director:
Guillermo Blas Sentoni

Director externo:

Codirector:

El presente documento se propone relevar las actividades acontecidas a lo largo del desarrollo del proyecto de investigación, con especial foco en las transferencias producidas a los efectos de difundir los resultados alcanzados. Esto se enmarca en las Políticas de la Secretaría de CyT UNLaM, bajo el lema de que el conocimiento científico es conocimiento comunicado. En la práctica científica habitual, este es transferido mediante distintos tipos de producciones: publicaciones en eventos científicos, libros, capítulos de libros, entre otras, destacándose particularmente el Artículo Científico/paper.

¹ Los Programas de Investigación de la UNLaM están acreditados con resolución rectoral, según lo indica la Resolución HCS Nº 014/15. Acerca de los **Lineamientos generales para el establecimiento, desarrollo y gestión de Programas de Investigación UNLaM**, sugerimos consultar en el Departamento Académico correspondiente a la inscripción del proyecto.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLAM
Versión	8
Vigencia	19/09/2024

A. Resumen del proyecto²

Resumen

El presente informe final da cuenta de las actividades, resultados y producciones alcanzadas en el marco del proyecto de investigación “Cómo Aprenden los que Aprenden: La Enseñanza y su Seguimiento en Entornos Virtuales de Aprendizaje”. El proyecto se propuso analizar y dilucidar procesos metacognitivos del aprendizaje en entornos virtuales, así como identificar y definir los componentes de dichos entornos que permiten evaluar tales procesos y apoyar tutorías virtuales. A lo largo de su ejecución se diseñó, implementó y utilizó un curso completo de Introducción a la Computación Neuronal, articulando instancias presenciales y virtuales sobre la plataforma Moodle. Se desarrollaron materiales didácticos, actividades prácticas basadas en programación en Python y mecanismos de seguimiento detallado de la interacción de los estudiantes.

Como resultado central, se construyó y validó un marco analítico secuencial que permitió reconstruir trayectorias de aprendizaje y modelar dinámicas metacognitivas a partir de datos reales de interacción. El proyecto identificó empíricamente un modo metacognitivo de aprendizaje efectivo en entornos virtuales. Dicho modo se caracteriza por la práctica computacional activa y regulada, organizada en secuencias pedagógicas coherentes y asociada a un mejor desempeño académico. Asimismo, se desarrolló y validó un entorno tecnológico innovador de ejecución de código en el navegador (CPIAE, Consola Python con Inteligencia Artificial Educativa), resolviendo limitaciones de escalabilidad e infraestructura detectadas en etapas tempranas del proyecto.

Los resultados fueron sistematizados en producciones científicas y tecnológicas que constituyen evidencia concreta del cumplimiento de los objetivos planteados, aportando tanto conocimiento teórico-metodológico como desarrollos instrumentales transferibles a otros contextos educativos.

Problema de investigación

El proyecto abordó la problemática de comprender cómo aprenden los estudiantes en entornos virtuales de enseñanza, en particular en contextos de alta densidad cognitiva como la enseñanza de la computación neuronal y la inteligencia artificial. Frente a la creciente incorporación de plataformas virtuales y herramientas de inteligencia artificial en educación, se identificó la necesidad de superar enfoques basados únicamente en métricas agregadas y descriptivas, avanzando hacia modelos que permitan identificar procesos metacognitivos y trayectorias de aprendizaje.

La pregunta central que guió la investigación fue si, a partir del análisis detallado de la interacción de los estudiantes con un entorno virtual de aprendizaje, es posible identificar patrones y procesos metacognitivos que permitan mejorar la enseñanza, personalizar el acompañamiento tutorial y anticipar dificultades en el aprendizaje.

Metodología

La metodología adoptada se basó en el análisis de datos reales generados durante el dictado de un curso universitario. Se utilizó la plataforma Moodle como Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS), complementada con herramientas de ejecución de código Python y actividades prácticas intensivas. Se recopilaron y procesaron diversas fuentes de datos: registros de eventos del LMS, información de finalización de actividades y calificaciones obtenidas por los estudiantes. Estos datos fueron sometidos a procesos de limpieza, normalización y consolidación, garantizando la consistencia temporal y la anonimización de los participantes.

Para el análisis, se diseñó una Máquina de Estados Finitos semánticamente fundamentada, que permitió transformar eventos técnicos en estados observables pedagógicamente significativos. A partir de estas secuencias se reconstruyeron

² Actualizar todos los ítems en el **Banco de datos de actividades de CyT del SIGEVA UNLAM** (del Director y de los integrantes del Proyecto), en especial “**Antecedentes y Producciones y Servicios**”. Ver:  www.youtube.com/@cvtunlam 



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	8
Vigencia	19/09/2024

trayectorias de aprendizaje, que luego fueron analizadas mediante técnicas descriptivas, de clustering y modelado latente utilizando Modelos Ocultos de Markov.

En paralelo, se desarrolló un entorno tecnológico específico para la práctica computacional (CPIAE), basado en ejecución de Python en el navegador mediante tecnologías de computación en el borde (*Edge Computing*), lo que permitió una integración homogénea y escalable de actividades prácticas en el entorno virtual.

Grado de ejecución de los objetivos planteados

El proyecto alcanzó plenamente los objetivos propuestos en su formulación original. El primer objetivo, orientado a dilucidar los procesos metacognitivos del aprendizaje en entornos virtuales, fue cumplido mediante el análisis empírico de trayectorias de aprendizaje reales. A partir del modelado secuencial y latente de la interacción de los estudiantes, se identificaron configuraciones dinámicas de comportamiento asociadas a un aprendizaje efectivo, aportando evidencia concreta sobre la relación entre práctica activa, regulación del aprendizaje y desempeño académico.

El segundo objetivo, referido a la identificación y definición de los componentes necesarios de un entorno virtual para evaluar dichos procesos, fue alcanzado mediante el diseño, implementación y validación de un entorno tecnológico integrado. El desarrollo de CPIAE permitió resolver problemas de infraestructura y escalabilidad, y definió un conjunto claro de componentes funcionales y no funcionales para el soporte de tutorías virtuales y análisis de aprendizaje.

En conjunto, los objetivos fueron cumplidos en el marco exploratorio planteado originalmente, generando resultados que exceden el nivel descriptivo y consolidan un aporte metodológico y tecnológico relevante.

Resultados.

Durante la ejecución del proyecto se desarrolló la totalidad del material de instrucción del curso de Introducción a la Computación Neuronal que sirvió como base empírica del estudio. Asimismo, se completó el material de ejercitación práctica mediante actividades de programación en Python, inicialmente concebidas para su ejecución a través de Jupyter Notebooks en modalidades presencial y virtual.

En las primeras etapas del proyecto, uno de los principales desafíos técnicos estuvo asociado a la integración de entornos de ejecución de código con la plataforma Moodle, considerando las limitaciones de escalabilidad y carga de los servidores institucionales. A partir del análisis de distintas alternativas posibles, estas dificultades fueron abordadas mediante el diseño e implementación de un entorno de ejecución distribuido en el navegador, denominado CPIAE, que permitió desacoplar la práctica computacional de la infraestructura centralizada del LMS. Este desarrollo permitió correr archivos en Python dentro del navegador (*Edge Computing*), para realizar las simulaciones de las redes neuronales. Asimismo, permitió resolver severos problemas de seguridad con el servidor de Jupiter (desde cualquier notebook se podía llegar al *root*) y la escalabilidad del sistema.

En paralelo, se avanzó en la definición y generación de métricas de seguimiento del aprendizaje a partir de los registros de interacción de los estudiantes en el entorno virtual. Esto permitió pasar de un enfoque descriptivo inicial a un análisis sistemático de trayectorias de aprendizaje basadas en datos reales. Como resultado de este proceso, el proyecto alcanzó los siguientes resultados principales:

- El desarrollo completo del material didáctico y de las actividades prácticas del curso de Introducción a la Computación Neuronal, utilizado como caso de estudio.
- La construcción de trayectorias de aprendizaje a partir de datos reales de interacción, preservando su estructura temporal.
- La identificación de la práctica computacional activa como un factor discriminante central en el aprendizaje efectivo.
- La inferencia de modos cognitivos latentes asociados al desempeño académico, sin imponer categorías a priori.
- El diseño, implementación y validación de un entorno de ejecución de código en el navegador (CPIAE), operativo en condiciones reales de cursada.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	8
Vigencia	19/09/2024

En conjunto, estos resultados aportan evidencia empírica sobre cómo se organizan las actividades de aprendizaje en entornos virtuales de alta complejidad cognitiva y proporcionan herramientas metodológicas y tecnológicas concretas para su análisis, seguimiento y mejora. El principal hallazgo del proyecto fue la identificación empírica de un modo metacognitivo efectivo de aprendizaje, caracterizado por la práctica computacional activa y regulada integrada en secuencias pedagógicas coherentes, el cual mostró una asociación significativa con un mejor desempeño académico en entornos virtuales. El principal hallazgo del proyecto fue la identificación empírica de un modo metacognitivo efectivo de aprendizaje, caracterizado por la práctica computacional activa y regulada integrada en secuencias pedagógicas coherentes, el cual mostró una asociación significativa con un mejor desempeño académico en entornos virtuales.

Informar *cada* producción con filiación UNLaM que derive de la presente investigación (artículo de revista/papers, libro, parte de libro, trabajos en eventos publicados/ponencia, etc.). Anexar los textos de las producciones en SIGEVA UNLAM.³

Tipo de Producción	Trabajos en eventos C-T publicados
Título	Inteligencia Artificial en la Educación, desde la innovación hasta su aplicación. Un trayecto desde la teoría hasta su utilización.
Autor/es	Mariela Delauro y Guillermo Sentoni
Editorial	Conferencia Inaugural de los Cursos: Aplicaciones de Inteligencia Artificial en el ámbito educativo, UN-LaM
Fecha	12/06/24
Situación	Publicado
DOI y/o Enlace/link	

Tipo de Producción	Artículos publicados en revistas
Título	Edge-Based Neural Computing through Self-Contained Web Consoles.
Autor/es	Guillermo Sentoni
Editorial	RReDDI, Revista Digital del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas, UNLaM
Fecha	20/12/25
Situación	En evaluación
DOI y/o Enlace/link	

Tipo de Producción	Artículos publicados en revistas
Título	Uncovering Latent Cognitive Modes: A Sequential Learning Analytics Framework Validated in a High-Density Course on Neural Computing.
Autor/es	Mariela Delauro y Guillermo Sentoni
Editorial	Journal of Learning Analytics
Fecha	27/12/25
Situación	En evaluación
DOI y/o Enlace/link	

³ Los archivos deberán estar en formato PDF, a texto completo. Podrán ser publicados en el Repositorio Digital UNLaM, bajo Licencias Creative Commons. Será evaluada la inclusión en el Repositorio aquellas publicaciones que poseen una licencia diferente o declaración de copyright.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	8
Vigencia	19/09/2024

C. Vinculación⁴

El proyecto contribuyó a fortalecer la enseñanza de tecnologías disruptivas mediante entornos virtuales avanzados y enseñanza basada en la práctica. El material didáctico y tecnológico producido, en particular los recursos desarrollados en Moodle y las simulaciones interactivas para la ejecución de código en Python, constituye una base sólida para su ampliación futura. Dicho material será extendido y profundizado como parte de un curso de posgrado en Computación Neuronal en el ámbito del Doctorado. Los resultados obtenidos son transferibles a otros cursos y contextos educativos que utilicen plataformas virtuales. Asimismo, el enfoque metodológico y el entorno tecnológico desarrollado pueden ser adoptados por instituciones públicas o privadas interesadas en mejorar el seguimiento y la calidad del aprendizaje en entornos virtuales.

D. Otra información. Incluir toda otra información que el Director considere pertinente

Como parte del proyecto se incorporaron como anexos los materiales didácticos desarrollados y los notebooks de ejercitación utilizados durante la cursada, los cuales constituyen insumos reutilizables para futuras experiencias de enseñanza e investigación.

E. Cuerpo de anexos:

Anexo I:

- FPI-013: Evaluación de alumnos integrantes. (de corresponder)
- FPI-014: Comprobante de liquidación y rendición de viáticos. (de corresponder)
- FPI-015: Rendición de gastos del proyecto de investigación.
- FPI-038: Formulario de reasignación de fondos en Presupuesto. (de corresponder)

Anexo II:

- FPI 017⁵ : Alta patrimonial de los bienes adquiridos con presupuesto del proyecto.
- Disposición del Decano y nota de elevación del Director del Proyecto justificando "alta y/o" baja de cada integrante del equipo de investigación.

Fecha: 13/02/2026

Guillermo Sentoni
Firma y aclaración Director Proyecto

4 Entendemos por acciones de "vinculación" aquellas que tienen por objetivo dar respuesta a problemas, generando la creación de productos o servicios innovadores en articulación con el entramado socioproductivo.

5 Solo ante la presentación del Informe Final.