



POSTGRADO | INFO

TESIS Y TESISISTAS

2025

DOCTORADO
MAESTRÍAS
ESPECIALIZACIONES



Facultad de
INFORMÁTICA



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

INDICE

TESIS Y TESISISTAS 2025

EQUIPO EDITORIAL P. 4

NOTA EDITORIAL P. 5

DOCTORADO EN CIENCIAS INFORMÁTICAS

Dra. Morán Marina P. 8

Modelización y Gestión del Consumo Energético en un Sistema de Computación de Altas Prestaciones con Tolerancia a Fallos

Modeling and Management of Energy Consumption in a Fault-Tolerant High-Performance Computing System

Dra. Vera Mora Glenda Rosalía P. 12

Propuesta de un modelo de gamificación para entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje en Instituciones de Educación Superior y su impacto en la presencia social, cognitiva y docente en dichos entornos

Proposal of a gamification model for virtual teaching and learning environments in Higher Education Institutions and its impact on the social, cognitive and teaching presence in these environments

Dr. Santana Estrella Ronny Enrique P. 16

Experiencia de usuario de estudiantes de carreras STEM utilizando Smart Glasses

User experience of STEM students using Smart Glasses

Dr. Núñez Agurto Alberto Daniel P. 20

Definición de un Modelo de Clasificación de Tráfico en Redes Definidas por Software

Definition of a Traffic Classification Model in Software-Defined Networking

Dr. Caizaguano Chimbo Carlos P. 24

Minería de procesos en la gestión de residuos de aparatos de informática y telecomunicaciones en instituciones de educación superior

Process Mining in the Management of waste of computer and telecommunications equipment in Higher Education Institutions

Dr. Cevallos Culqui Alex Santiago P. 28

Modelo combinado de co-training y aprendizaje por transferencia para clasificación de documentos, a partir de un análisis comparativo de modelos de aprendizaje semi-supervisados

A Combined Model of Co-Training And Transfer Learning for Document Classification, Based on a Comparative Analysis of Semi-Supervised Learning Models

Dr. Tacuri Uquillas Alex Alberto P. 32

Métodos y herramientas para la abstracción de modelos de objetos en contenido web por parte de los usuarios finales

Methods and tools for the abstraction of object models in web content by end users

Dr. Vásquez Bermúdez Mitchell John P. 36

Desarrollo de un modelo de mirroring con indicadores y herramientas para el seguimiento y visualización de procesos educativos colaborativos mediados por tecnología digital en Educación Superior

Development of a mirroring model with indicators and tools for the monitoring and visualization of collaborative educational processes mediated by digital technology in higher education

Dr. Espin Pazmiño Luis Arturo P. 40

Emociones y aprendizaje. Análisis de casos en diferentes áreas educativas

Emotions and Learning: Case Analysis in different educational areas

Dra. Rosado Álvarez M. Magdalena P. 44

Televisión Digital Interactiva (TVDI) para reducir las alteraciones de la marcha en adultos mayores

Interactive Digital Television (IDTV) to reduce gait disorders in older adults

Dra. Fernández Gladys Vanesa P. 48

Transhumamismos, experiencias e inteligencia artificial: Articulaciones pedagógicas en ambientes virtuales en la Facultad de Humanidades, UNMDP

Transhumanisms, experiences and artificial intelligence: pedagogical articulations in virtual learning environments at the Faculty of Humanities, UNMDP

MAESTRÍAS

INGENIERÍA DE SOFTWARE

Mg. Pincirolí Fernando Oscar P. 54

Selección de estrategias de gestión de proyectos ágiles en función de los factores de complejidad técnicos y ambientales

Selection of Agile Project Management Strategies Based on Technical and Environmental Complexity Factors

Mg. Guccione Leonel Domingo P. 56

Recomendaciones para juegos serios basadas en analíticas de aprendizaje

Recommendations for Serious Games Based on Learning Analytics

Mg. Roldán Valdiviezo Pablo Manuel P. 60

Definición de una gramática para el Léxico Extendido del Lenguaje

Definition of a Grammar for the Extended Language Lexicon (LEL)

Mg. Santana Sonia Raquel P. 64

Proceso de validación de requerimientos aplicando técnicas de procesamiento de lenguaje natural en un entorno colaborativo. Un enfoque práctico

Requirements validation process applying natural language processing techniques in a collaborative environment. A practical approach

INTELIGENCIA DE DATOS ORIENTADA A BIG DATA

Mg. Dal Bianco Pedro Alejandro P. 68

Desarrollo de recursos y modelos para la traducción de Lengua de Señas Argentina

Development of Resources and Models for the Translation of Argentine Sign Language

Mg. Iturbide Paula P. 70

Modelado estadístico y semi-empírico para la estimación de la radiación solar horizontal utilizando técnicas de Machine Learning e imágenes de satélite

Statistical and semi-empirical modeling for estimating horizontal solar radiation using Machine Learning techniques and satellite imagery

Mg. Stanchi Oscar Agustín P. 74

Métrica PeS/PdS y Método CB-RISE: Nuevos enfoques en la evaluación de interpretabilidad en modelos de visión por computadora

PeS/PdS Metric and CB-RISE Method: New Approaches in Evaluating Interpretability in Computer Vision Models

Mg. Demare Franco Ariel P. 78

Predicción del consumo energético en la zona de Gran Buenos Aires

Energy Consumption Prediction in the Greater Buenos Aires Area

Mg. Amieva Juan Francisco P. 82

Estimación de Rendimientos de Soja Mediante Técnicas de Inteligencia Artificial Aplicadas a Información Satelital

Soybean Yield Estimation Using Artificial Intelligence Techniques Applied to Satellite Information

REDES DE DATOS

Mg. Uriona Hugo Norberto P. 86

Estudio de capacidad del Sistema de Recolección de Datos Satelital Argentino

Capacity Study of the Argentine Satellite Data Collection System

ESPECIALIZACIONES

INTELIGENCIA DE DATOS ORIENTADA A BIG DATA

Esp. Romano Jonathan Fernando P. 92

Análisis comparativo entre Bases de Datos NoSQL, MongoDB y Cassandra

Comparative analysis between NoSQL databases, MongoDB and Cassandra

Esp. Sotomayor Checa Pablo Omar P. 94

Aprendizaje Automático en el Observatorio Auger Prime

Machine Learning at the Auger Prime Observatory

Esp. Guglielmi Parra Felix Alejandro P. 96

Modelos Predictivos para la Anticipación de la Demanda de Cerveza. Comparación de un Enfoque General con un Enfoque Cliente-Producto

Predictive Models for the Anticipation of Beer Demand. Comparison of a General Approach with a Client-Product Approach

Esp. Teze Juan Carlos Lionel P. 98

Aplicación de machine learning a la detección de fake news

Application of machine learning to detect fake news

Esp. Ciamparella Sergio Javier P. 100

Evaluación de Sistema Metrológico Operativo de Gas Natural mediante Análisis de Datos

Evaluation of a Natural Gas Operational Metrological System through data analysis

CÓMPUTO DE ALTAS PRESTACIONES Y TECNOLOGÍA GRID

Esp. Moneti Julio César P. 102

Modelado basado en Autómatas Celulares Extendidos para la Simulación

Extended Cellular Automata-Based Modeling for Simulation in Resistencia - Chaco

REDES Y SEGURIDAD

Esp. Rivera Edgar Ariel P. 104

Nuevos componentes para el diseño de Cableado Estructurado

New Components for Structured Cabling Design

Esp. Maddalena Kreff Pablo Germán P. 106

Gossip Hive: Honeypots como fuente de Cyber Threat Intelligence

Gossip Hive: Honeypots as a Source of Cyber Threat Intelligence

TECNOLOGÍA INFORMÁTICA APLICADA EN EDUCACIÓN

Esp. Gubaro Mariana P. 110

Juegos Serios Educativos Digitales Orientados a la Enseñanza de la Matemática en Educación Secundaria. Estado del Arte

Digital Educational Serious Games Oriented to Secondary Education Mathematics Teaching. State of the art

TECNOLOGÍA INFORMÁTICA APLICADA EN EDUCACIÓN - DISTANCIA

Esp. Ragone María Inés P. 114

Revisión y análisis del impacto de la utilización de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje en la resiliencia de estudiantes universitarios

Review and analysis of the impact on resilience of university students using virtual teaching and learning environments

INGENIERÍA DE SOFTWARE

Esp. Dapoto Sebastian Hugo P. 118

Análisis de Requerimientos no funcionales en Aplicaciones Móviles 3D

Analysis of Non-Functional Requirements in 3D Mobile Applications

INGENIERÍA DE SOFTWARE - DISTANCIA

Esp. Alegretti Andrea Verónica P. 122

Estudio sobre el estado del arte de “User Story Mapping” y “Escenarios” para especificar requerimientos de software

Study on the State of the Art of “User Story Mapping” and “Scenarios” for Software Requirements Specification

Esp. Paladino Marcela P. 124

Desde los obstáculos hasta las estrategias: Integración de la inteligencia artificial en el ciclo de vida del desarrollo del software

From Obstacles to Strategies: Integrating Artificial Intelligence into the Software Development Life Cycle

JURADOS DESIGNADOS 2025 P. 129

EQUIPO EDITORIAL

Director de Postgrado

Dr. R. Marcelo Naiouf

Secretaria de Postgrado

Dra. Laura De Giusti

Directora Administrativa de Postgrado

Lic. Alejandra Pizarro

Secretaría Administrativa de Postgrado

Natalia Otero

Débora Mieres

Carolina Covas

Valentín Altavista

Abril Buffarini

Soledad Bravo

Emilia Zubieta

Julián Cuellar

Coordinador de Postgrado

Ing. Armando De Giusti

NOTA EDITORIAL

En un trabajo conjunto de la Secretaría de Postgrado, la Dirección de Postgrado y la Secretaría Administrativa de Postgrado se presenta el Libro de Tesis y Tesistas correspondiente al año 2025, en la Facultad de Informática de la UNLP.

En sus páginas se pueden recorrer la síntesis de las Tesis de Doctorado y Maestría, así como los Trabajos Finales de Especialización aprobados a lo largo del año 2025.

Un dato para resaltar es que en el año 2025 tenemos 34 Tesis y Trabajos Finales de Especialista, lo que compara significativamente con las 20 Tesis y Trabajos Finales de Especialista de 2024.

Acompañamos estos resúmenes de los datos de los autores, de sus directores y también un listado de los distinguidos profesores e investigadores de Universidades de Argentina y del exterior que han sido Jurados en las Tesis.

En los 34 trabajos que se sintetizan y cuyos contenidos completos se pueden obtener del repositorio institucional de la UNLP (SEDICI) se refleja el intenso trabajo que desarrolla el área de Postgrado de la Facultad de Informática, trabajo iniciado en 1995 en la Facultad de Ciencias Exactas y consolidado a partir de 1999 en la Facultad de Informática.

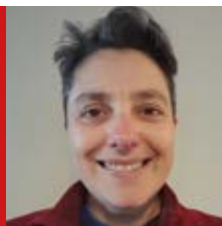
Es interesante resaltar que, de estas 34 Tesis, 4 corresponde a docentes-investigadores con cargos en la Facultad de Informática de la UNLP y 30 no tienen relación directa con nuestra Facultad. En todos los casos hay participación de docentes-investigadores de la Facultad en la dirección/codirección de las Tesis y TFIs.

Con este libro esperamos contribuir a visibilizar los resultados de la actividad académica del Postgrado, así como facilitar la transmisión de conocimientos generados en la Facultad de Informática de la UNLP.

Equipo Editorial del Postgrado

01

DOCTORADO EN
CIENCIAS INFORMÁTICAS



Modelización y Gestión del Consumo Energético en un Sistema de Computación de Altas Prestaciones con Tolerancia a Fallos

Directores

Dr. Javier Balladini

Dra. Dolores Rexachs

Codirector

Dr. Enzo Rucci

Fecha de aprobación

25 de abril de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: consumo energético; HPC; tolerancia a fallos; checkpoints coordinados, checkpoints no-coordinados, DVFS, hibernación, fallos fail-stop

Motivación

Los sistemas actuales de computación de alto rendimiento (HPC, por sus siglas en inglés) utilizan desde cientos hasta millones de unidades de procesamiento, y la tendencia es a seguir aumentando su cantidad para alcanzar un mayor poder de cómputo. Sin embargo, esta estrategia para aumentar el poder computacional conlleva un incremento en el consumo energético, lo que puede conducir a que los costos para abastecer de energía a grandes sistemas HPC resulten inviables. Es por lo que la mejora de la eficiencia energética se ha convertido en el obstáculo principal.

Disminuir el consumo energético de los grandes sistemas de cómputo no sólo resulta importante por su impacto económico sino también por sus consecuencias negativas en lo social y medioambiental. La creciente acumulación de gases de efecto invernadero están cambiando el clima y las condiciones meteorológicas del mundo. Esto genera desde sequías en algunos países hasta inundaciones en otros. Cada vez hay temperaturas más altas a nivel global, lo que plantea serios problemas al planeta. Un objetivo ecológico clave en el uso de sistemas computacionales es reducir su consumo energético, para así minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero. La computación ecológica (o green computing), se refiere al estudio y práctica de la computación ambientalmente sostenible, que comprende diferentes aspectos. El diseño ecológico trata principalmente sobre el diseño de computadoras y sistemas de refrigeración energéticamente eficientes. La eliminación ecológica trata sobre el reuso y reciclado de desechos electrónicos. La manufactura ecológica trata sobre el proceso de fabricación con impacto mínimo en el medio ambiente. Finalmente, el uso ecológico se enfoca en cómo utilizar las computadoras de manera ambientalmente racional, y reduciendo al mínimo el consumo energético que se produce. En los sistemas HPC, las aplicaciones paralelas de alto rendimiento utilizan un número elevado de recursos durante mucho tiempo (la ejecución de una aplicación puede demorar horas o incluso días), aumentando la probabilidad de fallo durante la ejecución, motivo por el cual es esencial contar con algún método de tolerancia a fallos. Estos métodos

permiten continuar con la ejecución de la aplicación luego de un fallo, evitando tener que reiniciarla desde el principio. Sin embargo, la tolerancia a fallos añade un consumo de energía adicional al correspondiente a la ejecución de la aplicación. Nos preguntamos entonces, ¿qué oportunidades de ahorro energético presenta la tolerancia a fallos? ¿es posible reducir el consumo de energía de la ejecución de una aplicación haciendo que su método de tolerancia a fallos sea más eficiente energéticamente?

Explorar diferentes formas de reducir el consumo energético durante la ejecución de aplicaciones a gran escala, incluso en presencia de fallos, es fundamental para mantener e incrementar el enorme poder de cómputo alcanzado. Es más, aumentar el número de unidades de procesamiento también requiere métodos de tolerancia a fallos escalables. En ese sentido, volver a ejecutar la aplicación es una solución que reduce las prestaciones y aumenta el consumo energético. Por lo tanto, es relevante evaluar las oportunidades de ahorro de energía que presentan estos métodos.

Una aplicación de pasaje de mensajes puede verse afectada por fallas en múltiples componentes en sistemas de cómputo de memoria distribuida. En HPC, algunos métodos permiten continuar con la ejecución de la aplicación en presencia de un fallo. Uno de los métodos más utilizados es el denominado rollback recovery, mediante el uso de puntos de control o checkpoints. Un checkpoint consiste en guardar el estado de la aplicación en almacenamiento estable, como si fuera una fotografía de la ejecución de la aplicación. Cuando ocurre una falla, la aplicación puede reiniciar su ejecución desde los checkpoints que correspondan. Los checkpoints se pueden realizar de manera coordinada (sincrónicamente) o no coordinada (asincrónicamente). En el primer caso, todos los procesos de la aplicación se deben detener, realizar el checkpoint y recién luego pueden continuar con su ejecución. Cuando ocurre una falla, todos los procesos, incluso los que no han fallado, se reinician desde el último checkpoint. En el segundo caso, los procesos suelen realizar su checkpoint en momentos diferentes. Cuando un nodo falla, sólo éste se debe reiniciar,

permitiendo que los procesos de los nodos que no fallaron puedan continuar su ejecución. Hay que tener en cuenta que el método de checkpoints no coordinados requiere la implementación de algún mecanismo que evite el efecto dominó, como por ejemplo un log de mensajes.

Nos preguntamos, ¿es posible configurar el sistema de manera de disminuir el consumo de energía durante los checkpoints y los restarts?, ¿cuáles son los factores que inciden (significativamente) en el consumo energético de los métodos de tolerancia a fallos? Y ante la presencia de un fallo, ¿cómo aprovechar el hecho de que no todos los procesos deben recuperarse cuando se utilizan checkpoints no coordinados?, ¿qué estrategias podrían aplicarse a los diferentes procesos (los que recuperan y los que no) desde la perspectiva energética?, ¿se puede ser más eficiente energéticamente sin afectar al rendimiento?, ¿de qué manera se podrían evaluar los posibles beneficios de cada estrategia? El objetivo general de esta tesis es conocer y gestionar las posibilidades de ahorro energético que se presentan al utilizar el método de tolerancia a fallos basado en checkpoint/restart en sistemas de cómputo de altas prestaciones.

Objetivos

El objetivo general de esta tesis es conocer y gestionar las posibilidades de ahorro energético que se presentan al utilizar el método de tolerancia a fallos basado en checkpoint/restart en sistemas de cómputo de altas prestaciones. Los objetivos específicos son los siguientes:

- Identificar factores propios del sistema de altas prestaciones (hardware y software) y del método de tolerancia a fallos que impacten en el consumo energético de las operaciones de checkpoint y restart.
- Desarrollar un método que permita estimar el consumo energético de las operaciones de checkpoint y restart, considerando diferentes parámetros del sistema de altas prestaciones y de la aplicación.
- Proponer una serie de estrategias para disminuir el consumo de energía ante la presencia de un fallo, y un modelo para estimar el ahorro energético al aplicar esas estrategias.
- Validar la utilidad de las estrategias propuestas evaluando el ahorro energético en múltiples escenarios con diferentes configuraciones del sistema y momentos del fallo.

Aportes de la tesis

Las principales contribuciones este trabajo son:

- Un método para construir modelos de predicción del consumo de energía, para checkpoint/restart coordinado a nivel de sistema, en aplicaciones SPMD, en rollback homogéneos.
- Un modelo de predicción del consumo energético del checkpoint/restart para una aplicación de propagación de calor que sigue el paradigma de programación paralela SPMD.
- Un estudio de los factores del sistema (hardware y software) y de aplicación que impactan en el consumo de energía producido por las operaciones de checkpoint y restart.
- La definición de una serie de estrategias para el ahorro energético cuando se produce un fallo y sólo recuperan los procesos que han fallado, contemplando que se comunican directa e indirectamente con el proceso fallado.

- La definición de un modelo que permita evaluar el impacto de la aplicación de estrategias sobre el consumo energético bajo diferentes escenarios.
- El diseño y desarrollo de un simulador que usando el modelo anterior permite evaluar las estrategias propuestas y determinar la más conveniente desde el punto de vista energético.

Líneas de I/D futuras

Algunas de las líneas de trabajo futuro que se desprenden de esta tesis pueden ser:

- Evaluar el comportamiento energético del nodo de almacenamiento. El nodo de almacenamiento es una parte fundamental en la tolerancia a fallos. Durante la protección, que se realiza periódicamente, se escribe el checkpoint en almacenamiento estable. También existen propuestas híbridas donde el checkpoint se realiza en diferentes lugares con diferentes costos en tiempo y energía, y diferentes grados de protección. Por otro lado los checkpoints no coordinados requieren usualmente la escritura y lectura de logs de mensajes, lo que agrega un costo adicional. Por su parte la recuperación requiere la lectura de los archivos de checkpoints desde el almacenamiento estable. Si bien evaluamos el comportamiento del sistema de archivos NFS, podría ampliarse a otros tipos de sistemas de archivos.
- Ampliar la estimación de las fases de cómputo y de espera a todos los procesos de cada nodo, y redefinir la evaluación y aplicación de las estrategias para contemplar esta nueva información.
- Contemplar aplicaciones con una frecuencia no regular en sus comunicaciones.
- Extender el simulador para:
 - Evaluar los procesos en el mismo orden en que ocurre la propagación de los bloqueos, para lograr la propagación de la ralentización.
 - Contemplar el log de mensajes, considerando su efecto en los tiempos de las comunicaciones y el consumo de energía de su escritura y lectura.
 - Considerar clusters no homogéneos.
- En relación a la estrategia del cambio de frecuencia durante la fase de cómputo, en vez de aplicar una única frecuencia para toda la fase, podría evaluarse si se logran mejores resultados usando una combinación de dos o mas frecuencias, de manera de aplicar cada frecuencia durante una fracción de la fase de cómputo.
- En relación a las estrategias aplicadas en la fase de espera, podría ampliarse el simulador para que contemple situaciones en las que es requerido un proceso que se encuentra en un nodo dormido. Esta situación, sin tratamiento, puede generar esperas no deseadas de otros procesos. Podrían evaluarse diferentes acciones a tomar en estos casos, por ejemplo no dormir el nodo, y bajar su frecuencia de reloj si corresponde, o bien dormirlo y despertarlo cuando sea necesario. También habría que evaluar qué acciones tomar luego de que se termina la comunicación por la cual se lo despertó.
- Implementar las estrategias propuestas en un sistema real, de manera de verificar los resultados obtenidos, y avanzar en la concreción de una herramienta que pueda ser utilizada en entornos de producción.



Modeling and Management of Energy Consumption in a Fault-Tolerant High- Performance Computing System.

Advisor

Dr. Javier Balladini
Dra. Dolores Rexachs

Codirector

Dr. Enzo Rucci

Thesis approval date

April, 25 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: energy Consumption, High-Performance Computing (HPC), Fault Tolerance, Coordinated Checkpoints, Uncoordinated Checkpoints, Dynamic Voltage and Frequency Scaling (DVFS), Hibernation, Fail-stop Failures

Motivation

Current high-performance computing (HPC) systems use hundreds to millions of processing units, and the trend is to continue increasing their number to achieve greater computing power. However, this strategy to increase computing power entails an increase in energy consumption, which can lead to costs to supply energy to large HPC systems becoming unfeasible. Therefore, improving energy efficiency has become the main obstacle.

Reducing the energy consumption of large computing systems is not only important for its economic impact but also for its negative consequences on society and environment. The increasing accumulation of greenhouse gases is changing the climate and weather conditions of the world. This causes droughts in some countries and floods in others. Temperatures are becoming increasingly higher globally, which poses serious problems for the planet. A key ecological goal in the use of computer systems is to reduce their energy consumption, thereby minimizing greenhouse gas emissions. Green computing refers to the study and practice of environmentally sustainable computing, which encompasses several different aspects. Green design is primarily about the design of energy-efficient computers and cooling systems. Green disposal is about the reuse and recycling of electronic waste. Green manufacturing is about the manufacturing process with minimal impact on the environment. Finally, green use focuses on how to use computers in an environmentally sound manner, minimizing the energy consumption that is produced.

In HPC systems, high-performance parallel applications use a large number of resources for a long time (the execution of an application can take hours or even days), increasing the probability of failure during execution, which is why it is essential to have some method of fault tolerance. These

methods allow the execution of the application to continue after a failure, avoiding having to restart it from the beginning. However, fault tolerance adds additional energy consumption to that corresponding to the execution of the application [59]. We then ask, what opportunities for energy savings does fault tolerance present? Is it possible to reduce the energy consumption of the execution of an application by making its fault tolerance method more energy efficient?

Exploring different ways to reduce energy consumption during the execution of large-scale

applications, even in the presence of failures, is essential to maintain and increase the enormous computing power achieved. Furthermore, increasing the number of processing units also requires scalable fault tolerance methods. In this sense, re-running the application is a solution that reduces performance and increases energy consumption. Therefore, it is relevant to evaluate the energy-saving opportunities presented by these methods.

A message-passing application can be affected by failures in multiple components in distributed memory computing systems. In HPC, some methods allow the application to continue executing in the presence of a failure. One of the most used methods is called rollback recovery, through the use of control points or checkpoints. A checkpoint consists of saving the state of the application in stable storage, as if it were a photograph of the application's execution. When a failure occurs, the application can restart its execution from the corresponding checkpoints. The checkpoints can be performed in a coordinated manner (synchronously) or uncoordinated (asynchronously). In the first case, all the application processes must be stopped, checkpointed, and then allowed to continue their execution. When a failure occurs, all the processes, even those that did not

fail, are restarted from the last checkpoint. In the second case, the processes usually checkpoint at different times.

When a node fails, only it must be restarted, allowing the processes of the nodes that did not fail to continue their execution. It should be noted that the method of uncoordinated checkpoints requires the implementation of some mechanism to avoid the domino effect, such as a message log.

We wonder, is it possible to configure the system in such a way as to reduce energy consumption during checkpoints and restarts? What are the factors that (significantly) affect the energy consumption of fault tolerance methods? And in the presence of a failure, how can we take advantage of the fact that not all processes must recover when uncoordinated checkpoints are used? What strategies could be applied to the different processes (those that recover and those that do not) from an energy perspective? Can we be more energy efficient without affecting performance? How could the possible benefits of each strategy be evaluated?

Objectives

The general objective of this thesis is to understand and manage the energy saving possibilities that arise when using the checkpoint/restart-based fault tolerance method in high-performance computing systems. The specific objectives are the following:

- Identify factors inherent to the high-performance system (hardware and software) and the fault tolerance method that impact the energy consumption of checkpoint and restart operations.
- Develop a method to estimate the energy consumption of checkpoint and restart operations, considering different parameters of the high-performance system and the application.
- Propose a series of strategies to reduce energy consumption in the presence of a failure, and a model to estimate the energy savings when applying these strategies.
- Validate the usefulness of the proposed strategies by evaluating energy savings in multiple scenarios with different system configurations and failure times.

Thesis contributions

The main contributions of this work are:

- A method to build energy consumption prediction models for coordinated checkpoint/restart at system level in SPMD applications in homogeneous rollback.
- A checkpoint/restart energy consumption prediction model for a heat propagation application that follows the SPMD parallel programming paradigm.
- A study of the system (hardware and software) and application factors that impact the energy consumption produced by checkpoint and restart operations.
- The definition of a series of strategies for energy saving when a failure occurs and only the failed processes recover, considering that they communicate directly and indirectly with the failed process.
- The definition of a model that allows evaluating the impact

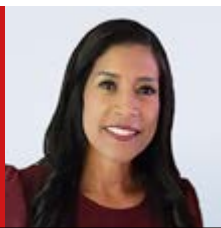
of the application of strategies on energy consumption under different scenarios.

- The design and development of a simulator that, using the previous model, allows evaluating the proposed strategies and determining the most convenient from an energy point of view.

Future Research Lines

Some of the lines of future work that arise from this thesis may be:

- Evaluate the energy behavior of the storage node. The storage node is a fundamental part of fault tolerance. During protection, which is performed periodically, the checkpoint is written to stable storage. There are also hybrid proposals where the checkpoint is performed in different places with different costs in time and energy, and different degrees of protection. On the other hand, uncoordinated checkpoints usually require writing and reading message logs, which adds an additional cost. On the other hand, recovery requires reading the checkpoint files from stable storage. Although we evaluate the behavior of the NFS file system, it could be extended to other types of file systems.
- Extend the estimation of the computation and waiting phases to all processes of each node, and redefine the evaluation and application of the strategies to take into account this new information.
- Consider applications with irregular communication frequencies.
- Extend the simulator to:
 - Evaluate the processes in the same order in which the blocking propagation occurs, in order to achieve slowdown propagation (as explained in Section 4.1.1).
 - Consider the message log, considering its effect on communication times and the energy consumption of writing and reading them.
 - Consider non-homogeneous clusters.
- Regarding the strategy of changing the frequency during the computation phase (Chapter 4), instead of applying a single frequency for the entire phase, it could be evaluated whether better results are achieved by using a combination of two or more frequencies, in order to apply each frequency during a fraction of the computation phase.
- Regarding the strategies applied in the waiting phase (Chapter 4), the simulator could be expanded to consider situations in which a process that is in a sleeping node is required. This situation, if not treated, can generate unwanted waiting times for other processes. Different actions to take in these cases could be evaluated, for example not putting the node to sleep, and lowering its clock frequency if appropriate, or putting it to sleep and waking it up when necessary. It would also be necessary to evaluate what actions to take after the communication by which it was woken up is finished.
- Implement the proposed strategies in a real system, in order to verify the results obtained, and move forward in the creation of a tool that can be used in production environments.



Propuesta de un modelo de gamificación para entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje en Instituciones de Educación Superior y su impacto en la presencia social, cognitiva y docente en dichos entornos

Directoras

Dra. Cecilia Sanz

Dra. Teresa Coma Roselló

Codirectora

Dra. Sandra Baldassarri

Fecha de aprobación

28 de abril de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: gamificación; entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje; presencia social, cognitiva y docente; comunidad de indagación; educación superior

Motivación

El aula actual, a diferencia de la tradicional, mueve fronteras físicas y organizativas de la formalidad imperante del modelo convencional de las aulas en las Instituciones de Educación Superior (IES). Las aulas se convierten así, no en espacios físicos, sino en una concepción más amplia donde se extienden, por ejemplo, a través de los Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA), que forman parte de la experiencia de comunicación pedagógica en un proceso educativo mediado por tecnologías digitales.

En estas transformaciones del paradigma pedagógico, los procesos educativos mediados por EVEA, requieren diferentes miradas y planteamientos para alcanzar mayores niveles de motivación, interés y posibilidades de profundización cognitiva en los estudiantes, de forma que facilite el desarrollo de sus conocimientos, hábitos, habilidades y actitudes, lo que implica un replanteamiento del rol docente. Las estrategias de gamificación en los actuales EVEA constituyen uno de los caminos para abordarlas.

La gamificación en el contexto de los EVEA en IES, se ha empleado como una herramienta educativa para motivar e involucrar a los estudiantes en actividades que, de otra forma, resultarían poco atractivas. Varios estudios destacan resultados positivos del aprendizaje con gamificación en EVEA. Sin embargo, la gamificación es un objeto de investigación reciente, que precisa de un análisis riguroso desde las Ciencias de la Computación y la Pedagogía que contribuyan al mejoramiento continuo de la enseñanza y el aprendizaje.

Desde el punto de vista de las Ciencias de la Computación, el diseño de EVEA que posibiliten llevar adelante experiencias gamificadas, es un desafío tanto para docentes como para

las IES. Desde el punto de vista de la Pedagogía, el estudio de estrategias de gamificación que se adecuen a diferentes contextos educativos con mediación tecnológica, es un aspecto clave de investigación. Por tanto, la gamificación en el ámbito de la Educación Superior (ES), debe ser una iniciativa estratégica institucional y un mecanismo de planificación curricular, para realizar cambios sustanciales en la enseñanza, haciendo del aprendizaje un proceso motivador. Por ello, se requiere repensar la praxis educativa, que conduzcan a los estudiantes a la obtención de habilidades cognitivas de alto nivel, mediante la interacción social y la participación activa en comunidad. Así, se consideran relevantes las presencias: social, cognitiva y docente del Modelo de Comunidad de Indagación (Col).

Las presencias desempeñan un rol fundamental en la construcción de los aprendizajes, las relaciones interpersonales y de cooperación entre docente y estudiantes, con el propósito de fortalecer el pensamiento crítico y reflexivo de quienes utilizan la comunicación mediada por EVEA. Investigaciones orientadas al análisis de las presencias del modelo Col en EVEA gamificados, dan cuenta de resultados prometedores. No obstante, todos ellos están referidos a estudios experimentales, lo que resalta la importancia de profundizar en la reflexión teórica y la necesidad de plantear procesos de investigación científica con contribuciones, tanto teóricas como empíricas.

Esta tesis pretende ser un aporte para docentes que requieran mejorar procesos de enseñanza y aprendizaje en IES. En particular, a través de experiencias gamificadas en EVEA, con la guía de un modelo de gamificación que integre es-

trategias, diversas herramientas e indicadores de presencia. La integración de estos aspectos se considera fundamental para posibilitar la interacción social significativa, el desarrollo cognitivo de orden superior y la presencia docente en el proceso educativo, así como para el éxito del aprendizaje en EVEA gamificados.

Objetivo general:

Investigar y diseñar un modelo de gamificación en entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje (EVEA) dirigido a Instituciones de Educación Superior (IES) y analizar el impacto en la presencia (social, cognitiva y docente) a partir de su aplicación.

Objetivos específicos:

1. Fundamentar el proceso de gamificación en EVEA en el contexto universitario, considerando marcos teóricos de las Ciencias de la Computación y de referentes del ámbito pedagógico.
2. Estudiar el concepto de presencia social, cognitiva y docente en procesos educativos mediados por EVEA.
3. Analizar los antecedentes de gamificación en EVEA y caracterizarlos según categorías y criterios propios que permitan conocer el estado del arte.
4. Proponer indicadores que permitan analizar la presencia cognitiva, social y docente en procesos educativos gamificados mediados por EVEA.
5. Proponer un modelo de gamificación que integre estrategias, diversas herramientas e indicadores de presencia para posibilitar prácticas educativas gamificadas en EVEA en IES y orientado a impactar en la presencia cognitiva, social y docente en estos entornos.
6. Valorar las posibilidades del modelo de gamificación propuesto a partir de juicio de expertos en pedagogía y gamificación.
7. Desarrollar estudio de casos que integren el modelo de gamificación en EVEA propuesto para validarlo y evaluar su impacto en la presencia, utilizando los indicadores propuestos en los procesos educativos mediados por EVEA de las IES.

Aportes de la tesis

Aportes generales:

1. Una conceptualización de gamificación vinculada al campo de las Ciencias de la Computación y la Pedagogía.
2. Una fundamentación de los procesos de gamificación en EVEA en el contexto universitario.
3. Una descripción del concepto de presencias del Modelo Col en sus dimensiones: social, cognitiva y docente, orientados a procesos educativos mediados por EVEA.
4. Un análisis sobre experiencias en EVEA a la luz del concepto de las presencias.
5. La fundamentación, diseño, desarrollo y validación de un

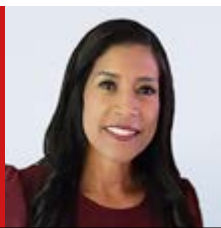
Modelo de Gamificación Tecnológico-Pedagógico (MGTP) con visión holística integradora de los contenidos y formas que ofrecen las Ciencias de la Computación y la estructuración metodológica de las Ciencias Pedagógicas.

En cuanto a los aportes específicos se mencionan:

1. El diseño de siete instrumentos de valor que guían el proceso de llevar experiencias gamificadas en EVEA en IES, a partir del MGTP. Específicamente:
 - a. Matriz de componentes con posibilidades de gamificación.
 - b. Entrevista semiestructurada: Motivación para gamificar contenidos de aprendizaje.
 - c. Guía de inducción docente para la implementación del MGTP.
 - d. Consideraciones a seguir en una experiencia gamificada en EVEA.
 - e. Bitácora de trabajo docente.
 - f. Lista de revisión docente.
 - g. Entrevista de valoración sobre el impacto de la experiencia gamificada.
2. Los outputs obtenidos mediante la participación en un estudio de casos en las dos experiencias gamificadas en EVEA con la guía del MGTP:
 - a. Un informe del análisis de la exigencia de contenidos de gamificación.
 - b. Un informe de resultados que permite determinar la motivación y competencias suficientes de los docentes.
 - c. Dos planificaciones de las experiencias gamificadas con las decisiones de los docentes.
 - d. Dos experiencias gamificadas implementadas en el EVEA Moodle.
3. Un método de evaluación de los estudiantes, basado en procesos cualitativos y cuantitativos que posibilita evaluar el impacto en las presencias.
4. Un método de evaluación del impacto del uso del MGTP desde la mirada docente.

Líneas de I/D futuras

1. Ampliar el alcance de los estudios empíricos existentes para obtener una comprensión más completa del impacto de las experiencias gamificadas en EVEA.
2. Aplicar las experiencias gamificadas en otras disciplinas formativas de la Educación Superior.
3. Explorar la implementación de experiencias gamificadas en EVEA diferentes de Moodle para evaluar la efectividad de la gamificación en otros contextos tecnológicos, así como la flexibilidad y adaptabilidad del MGTP propuesto.
4. Investigar el impacto a largo plazo de la gamificación en las presencias de Col.
5. Optimizar los procesos de revisión, análisis y valoración de las actividades desarrolladas en el EVEA gamificado a través de la herramienta Moodle Analytics.



Proposal of a gamification model for virtual teaching and learning environments in Higher Education Institutions and its impact on the social, cognitive and teaching presence in these environments

Advisors

Dra. Cecilia Sanz
Dra. Teresa Coma Roselló

Codirector

Dra. Sandra Baldassarri

Thesis approval date

April, 28 2026

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: gamification; virtual teaching and learning environments; social, cognitive and teaching presence; community of enquiry; higher education

Motivation

Today's classroom, unlike the traditional classroom, transcends the physical and organisational boundaries of the conventional classroom model typically found in Higher Education Institutions (HEIs). Classrooms thus become not physical spaces, but a broader conception where they extend, for example, through Virtual Teaching and Learning Environments (VTLEs), which are part of the pedagogical communication experience in an educational process mediated by digital technologies.

In these transformation of the pedagogical paradigm, the educational processes mediated by VTLEs require different approaches to enhance student motivation, interest, and cognitive depth, in a way that facilitates the development of their knowledge, habits, skills and attitudes, which implies a rethinking of the teaching role. Gamification strategies in the current VTLEs are one of the ways to address them.

Gamification in the context of VTLE in HEIs has been used as an educational tool to motivate and engage students in otherwise unattractive activities. Several studies highlight positive learning outcomes with gamification in VTLEs. However, gamification is a relatively recent area of research that requires rigorous analysis from Computer Science and Pedagogy to contribute to the ongoing improvement of teaching and learning.

From the point of view of Computer Science, the design of VTLEs that make it possible to carry out gamified experiences is a challenge for both, teachers and HEIs. From the point of view of Pedagogy, the study of

gamification strategies that are adapted to different educational contexts with technological mediation is a key aspect of research.

Therefore, gamification in the field of Higher Education (HE) should be an institutional strategic initiative and a curricular planning mechanism to make substantial changes in teaching, making learning a motivating process. Therefore, it is necessary to rethink educational praxis, leading students to obtain high-level cognitive skills through social

interaction and active participation in community. Thus, the social, cognitive and teaching presences of the Community of Inquiry Model (CoI) are considered relevant. These presences play a crucial role in the construction of learning, interpersonal relationships and cooperation between teachers and students, with the purpose of strengthening the critical and reflective thinking of those engaged in VTLE-mediated communication. Research aimed at analysing the presence of the CoI model in gamified VTLE shows promising results. However, all of them refer to experimental studies, which highlight the importance of deepening theoretical reflection and the need to propose scientific research processes with both theoretical and empirical contributions.

This thesis aims to be a contribution for teachers who need to improve teaching and learning processes in HEIs, particularly by incorporating gamified experiences in VTLE. It presents a gamification model that integrates strategies, various tools and presence indicators. The

integration of these aspects is considered fundamental to enable meaningful social interaction, higher order cognitive development and teacher presence in the educational process, as well as for successful learning in gamified VTLE.

General Objective:

To research and design a gamification model in Virtual Teaching and Learning Environments (VTLEs) aimed at Higher Education Institutions (HEIs) and to analyse the impact on presence (social, cognitive and teaching) from its application.

Specific objectives:

1. To provide a rationale for the gamification process in VTLE in the university context, considering theoretical frameworks from Computer Science and references from the Pedagogical field.
2. To study the concept of social, cognitive and teaching presence in educational processes mediated by VTLE.
3. To analyse the antecedents of gamification in VTLEs and characterise them according to categories and criteria that provide insight into the current state of the art.
4. To propose indicators to analyse the cognitive, social and teaching presence in gamified educational processes mediated by VTLE.
5. To propose a gamification model that integrates strategies, various tools and presence indicators to enable gamified educational practices in VTLEs in HEIs and aimed at impacting on the cognitive, social and teaching presence in these environments.
6. To assess the possibilities of the proposed gamification model based on the judgement of experts in pedagogy and gamification.
7. To develop case studies that integrate the proposed VTLE gamification model, validate it and evaluate its impact on presence, using the proposed indicators in the educational processes mediated by VTLE in HEIs.

Thesis contributions

General contributions:

1. A conceptualisation of gamification related to the field of Computer Science and Pedagogy.
2. A rationale for gamification processes in VTLE in the university context.
3. A description of the concept of Col Model presences in its dimensions: social, cognitive and teaching, oriented to educational processes mediated by VTLE.
4. An analysis of experiences in VTLEs in the light of the concept of presences.
5. The foundation, design, development and validation of a Technological-Pedagogical Gamification Model (MGTP) with a holistic vision integrating the contents and forms

offered by the Computer Sciences and the methodological structuring of the Pedagogical.

In terms of specific contributions, the following are mentioned:

1. The design of seven value instruments that guide the process of carrying out gamified experiences in VTLEs in HEIs, based on the MGTP. Specifically:
 - a. Matrix of components with gamification possibilities.
 - b. Semi-structured interview: Motivation to gamify learning contents.
 - c. Teacher induction guide for the implementation of the MGTP.
 - d. Considerations to follow in a gamified experience in VTLE.
 - e. Teaching work log.
 - f. Teaching checklist.
 - g. Evaluation interview on the impact of the gamified experience.
2. The outputs obtained through the participation in a case study in the two gamified experiences in VTLEs with the guidance of the MGTP:
 - a. A report on the analysis of the gamification content requirement.
 - b. A report of results that allows to determine the motivation and sufficient competences of the teachers.
 - c. Two plans of the gamified experiences with the teachers' decisions.
 - d. Two gamified experiences implemented in the VTLE Moodle.
3. A method of student evaluation, based on qualitative and quantitative processes, which makes it possible to assess the impact on attendance.
4. A method of evaluating the impact of the use of the MGTP from the teacher's point of view.

Future Research Lines

1. To expand the scope of existing empirical studies to gain a more comprehensive understanding of the impact of gamified experiences in VTLEs.
2. To apply gamified experiences in other Higher Education learning disciplines.
3. To explore the implementation of gamified experiences in VTLEs other than Moodle to evaluate the effectiveness of gamification in other technological contexts, as well as the flexibility and adaptability of the proposed MGTP.
4. To investigate the long-term impact of gamification on Col presences.
5. To optimise the review, analysis and assessment processes of the activities developed in the gamified VTLE through the Moodle Analytics tool.



Experiencia de usuario de estudiantes de carreras STEM utilizando Smart Glasses

Director

Dr. Andrés Rodríguez

Codirector

Dr. Gustavo Rossi

Fecha de aprobación

9 de mayo de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: interacción humano-computador; Gafas inteligentes; Realidad aumentada; Experiencia del usuario; Usabilidad; Educación STEM.

Motivación

Esta tesis doctoral es motivada por la creciente adopción de tecnologías wearables, con un enfoque particular en la incorporación de gafas inteligentes en los entornos de aprendizaje. A pesar de su popularidad, existe una brecha significativa en la comprensión de cómo estas tecnologías impactan la UX, especialmente en estudiantes de carreras STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en una institución de educación superior latinoamericana. Esta tesis busca contribuir en esta dirección con una orientación en las disciplinas de STEM.

El propósito de esta tesis es investigar los aspectos de la UX relacionados con el uso de gafas inteligentes en contextos educativos y explorar el potencial de las aplicaciones de RA para mejorar la experiencia de aprendizaje de conceptos científicos, especialmente si las gafas inteligentes se utilizan en combinación con aplicaciones de RA. Este estudio se centrará en una evaluación rigurosa y detallada de la usabilidad e interacción con estas herramientas tecnológicas.

Además, de explorar la integración de tecnologías de RA en las gafas inteligentes, se analizarán los desafíos técnicos, factores ergonómicos y de diseño que influyen en la UX general. Este estudio abarcará la evaluación de la carga cognitiva, la usabilidad y la adaptabilidad de las gafas inteligentes, utilizando estudios de caso y experimentación en entornos reales para obtener una comprensión aplicada y relevante en el campo de la educación STEM y UX.

La finalidad de esta investigación es no solo reducir la brecha de conocimiento existente en el uso de gafas inteligentes en entornos educativos STEM, sino también establecer directrices sólidas para la integración de este tipo de tecnología en ambientes de aprendizaje, sentando así las bases para futuras implementaciones en otros entornos educativos.

Aportes de la tesis

Los resultados de los estudios muestran que los estudiantes de carreras STEM consideran útiles las gafas inteligentes y la aplicación STEM Education, y se han realizado 24 evaluaciones efectivas utilizando un protocolo experimental en un entorno educativo. Esta tesis avanza en el área de UX en el ámbito educativo a través de los siguientes aportes:

Un estudio de mapeo sistemático sobre la experiencia de uso de gafas inteligentes en estudiantes STEM

Llevé a cabo una revisión sistemática exhaustiva de la literatura existente sobre la experiencia de uso de gafas inteligentes en estudiantes STEM, con el objetivo de identificar las aplicaciones actuales de esta tecnología en contextos educativos STEM y de analizar los desafíos y oportunidades que surgen en su implementación. Esta revisión ha permitido mapear el estado del arte, proporcionando una base sólida para comprender sus implicaciones, así como para identificar áreas clave que requieren una investigación más profunda.

Evidencia empírica de cómo los estudiantes perciben y experimentan la interacción con las gafas inteligentes en el contexto educativo STEM.

Se presenta una sólida evidencia empírica, respaldada por experimentos rigurosos que llevé a cabo, que demuestra la efectividad y el potencial de las gafas inteligentes en entornos educativos STEM. Se exploró a fondo la percepción y experiencia de los estudiantes al utilizar gafas inteligentes en el entorno educativo STEM, abordando sus actitudes, opiniones, emociones y experiencias subjetivas sobre estas tecnologías. Este estudio contribuye significativamente al entendimiento de las dinámicas de interacción entre los estudiantes y las tecnologías emergentes.

Aplicación práctica y potencial de la aplicación de RA “STEM Education”

La aplicación desarrollada en esta investigación ofrece un enfoque práctico y aplicable. Los resultados obtenidos evidencian el potencial de la Realidad Aumentada en entornos educativos STEM para mejorar la experiencia de usuario y facilitar el aprendizaje de conceptos científicos. La integración de esta tecnología mediante gafas inteligentes muestra beneficios concretos en el proceso educativo; no obstante, se recomienda continuar evaluando su impacto en distintos contextos académicos para validar y ampliar sus alcances.

Identificación de los factores que influyen en la UX de los estudiantes STEM

Esta investigación se enfocará en identificar los principales factores que afectan la UX de los estudiantes al utilizar gafas inteligentes en el contexto de carreras STEM. Esto permitirá comprender mejor cómo mejorar la interfaz y la interacción con estas tecnologías, brindando recomendaciones específicas para mejorar la experiencia de usuario en este contexto.

Perspectivas de profesores y tomadores de decisiones sobre el uso de gafas inteligentes en entornos educativos STEM

Revela una comprensión integral de los beneficios y desafíos asociados con la adopción de las gafas inteligentes. La comparación entre enfoques pedagógicos y estratégicos resalta la necesidad de una planificación integral, que incluya el acceso equitativo, la formación continua del profesorado y el establecimiento de normativas claras para garantizar una implementación exitosa y sostenible de esta tecnología.

Recomendaciones prácticas para el diseño y desarrollo de una aplicación de RA para gafas inteligentes

Se proponen recomendaciones prácticas de diseño para los desarrolladores de aplicaciones de RA adaptadas a las gafas inteligentes en la educación STEM. La interfaz debe aprovechar las características propias de las gafas inteligentes, como la visualización inmersiva de contenidos educativos en 3D e integrándose de manera natural con el entorno del estudiante. Además, la distribución del contenido visual debe estar estructurada para reducir la sobrecarga cognitiva y ajustarse de forma dinámica al progreso del estudiante en la comprensión de conceptos científicos complejos.

Líneas de I/D futuras

- Evaluar el impacto de las gafas inteligentes en el rendimiento académico a largo plazo.
- Adaptar la aplicación STEM Education a otros entornos educativos y áreas de estudio.
- Mejorar la experiencia de usuario optimizando el diseño de interfaces para gafas inteligentes.



User experience of STEM students using Smart Glasses

Advisor

Dr. Andrés Rodríguez

Codirector

Dr. Gustavo Rossi

Thesis approval date

May, 9 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: human-computer interaction; Smart glasses; Augmented reality; User experience; Usability; STEM education

Motivation

This doctoral thesis is driven by the growing adoption of wearable technologies, with a particular focus on the integration of smart glasses in learning environments. Despite their increasing popularity, there remains a significant gap in understanding how these technologies impact the user experience (UX), especially among students enrolled in STEM fields (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) within a Latin American higher education institution. This research seeks to contribute to bridging that gap, with a specific emphasis on STEM disciplines.

The purpose of this thesis is to investigate UX aspects related to the use of smart glasses in educational contexts and to explore the potential of augmented reality (AR) applications to enhance the learning experience of scientific concepts, particularly when smart glasses are used in conjunction with AR technologies. This study will focus on a rigorous and detailed evaluation of usability and interaction with these technological tools.

In addition to exploring the integration of AR technologies into smart glasses, this research will analyse the technical challenges, ergonomic factors, and design elements that influence the overall UX. The study will encompass an assessment of cognitive load, usability, and adaptability of smart glasses, using case studies and experimentation in real educational settings to obtain applied and relevant insights within the fields of STEM education and UX.

The ultimate aim of this research is not only to reduce the existing knowledge gap concerning the use of smart glasses in STEM educational environments but also to establish robust guidelines for the integration of such technologies in learning contexts, thereby laying the foundation for future implementations across other educational settings.

Thesis contributions

The results of the studies show that STEM students find smart glasses and the STEM Education app useful, and 24 effective evaluations have been carried out using an experimental protocol in an educational environment. This thesis advances the field of UX in education through the following contributions:

A Systematic Mapping Study on the User Experience of Smart Glasses in STEM Students

I conducted an exhaustive systematic review of the existing literature on the user experience of smart glasses in STEM students, aiming to identify current applications of this technology in STEM educational contexts and to analyse the challenges and opportunities arising from its implementation. This review has mapped the state of the art, providing a solid foundation for understanding its implications, as well as for identifying key areas that require further research.

Empirical Evidence on How Students Perceive and Experience Interaction with Smart Glasses in the STEM Educational Context

Strong empirical evidence, backed by rigorous experiments I conducted, demonstrates the effectiveness and potential of smart glasses in STEM educational environments. The perception and experience of students using smart glasses in the STEM educational context were thoroughly explored, addressing their attitudes, opinions, emotions, and subjective experiences with these technologies. This study makes a significant contribution to understanding the dynamics of interaction between students and emerging technologies.

Practical Application and Potential of the AR “STEM Education” Application

The application developed in this research offers a practical and applicable approach. The results obtained

highlight the potential of Augmented Reality in STEM educational environments to enhance the user experience and facilitate the learning of scientific concepts. The integration of this technology through smart glasses shows concrete benefits in the educational process; however, it is recommended to continue evaluating its impact in different academic contexts to validate and expand its reach.

Identification of the Factors Influencing the UX of STEM Students

This research will focus on identifying the main factors affecting the UX of students when using smart glasses in STEM degree contexts. This will allow for a better understanding of how to improve the interface and interaction with these technologies, providing specific recommendations for enhancing the user experience in this context.

Teachers' and Decision-makers' Perspectives on the Use of Smart Glasses in STEM Educational Environments

This section reveals a comprehensive understanding of the benefits and challenges associated with the adoption of smart glasses. The comparison between pedagogical and strategic approaches highlights the need for a holistic plan, including equitable access, continuous teacher training, and the establishment of clear guidelines to ensure the successful and sustainable implementation of this technology.

Practical Recommendations for the Design and Development of an AR Application for Smart Glasses

Practical design recommendations are proposed for developers of AR applications tailored to smart glasses in STEM education. The interface should leverage the unique features of smart glasses, such as the immersive display of 3D educational content, while integrating naturally with the student's environment. Furthermore, the visual content distribution should be structured to reduce cognitive overload and dynamically adjust to the student's progress in understanding complex scientific concepts.

Future Research Lines

- Evaluate the impact of smart glasses on long-term academic performance.
- Adapt the STEM Education application to other educational environments and areas of study.
- Improve the user experience by optimising the design of interfaces for smart glasses.



Definición de un Modelo de Clasificación de Tráfico en Redes Definidas por Software

Directores

Ing. Luis Armando Marrone
Dr. Walter Marcelo Fuertes Díaz

Fecha de aprobación

12 de junio de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: redes definidas por software; clasificación de tráfico; clasificación basada en aplicaciones; aprendizaje automático, aprendizaje profundo.

Motivación

En un mundo cada vez más digital, el número de conexiones y dispositivos está creciendo más rápido que la población y los usuarios de Internet. Caracterizado por la rápida proliferación de dispositivos inteligentes y tecnologías emergentes, el tráfico de red experimenta un crecimiento exponencial. Además, la adopción de nuevos dispositivos con importantes capacidades e inteligencia, como los teléfonos inteligentes, televisores inteligentes y consolas de videojuegos, combinada con la expansión de las comunicaciones máquina a máquina y el consiguiente desarrollo de nuevos servicios y aplicaciones, ha cambiado significativamente los patrones de flujo de tráfico y el rendimiento de la red. Gestionar diferentes infraestructuras de red para satisfacer los requisitos de estos nuevos dispositivos, aplicaciones y servicios se ha convertido en una tarea compleja.

La clasificación es un dominio bien comprendido dentro de las matemáticas y la ciencia de la computación. Herramientas como TensorFlow permiten desarrollar modelos de aprendizaje automático en Python, haciendo este dominio accesible para los programadores. Sin embargo, estas herramientas no suelen centrarse en aplicar métodos de clasificación en el ámbito específico de la clasificación del tráfico de red. Esto puede hacer que el proceso de aplicar técnicas de clasificación parezca complejo para quienes son nuevos en este campo. Por lo tanto, comprender el proceso de selección de técnicas de aprendizaje automático es fundamental para abordar algunos de los problemas encontrados con los enfoques actuales en la clasificación de ataques y aplicaciones. En el Capítulo~\ref{ch_2} se exploran de manera más detallada las técnicas de aprendizaje automáticas más utilizadas, se analizan las redes definidas por software y los métodos de clasificación de tráfico.

A pesar de los numerosos estudios sobre clasificación de tráfico mediante aprendizaje profundo en entornos de re-

des definidas por software, aún quedan retos por abordar. Entre ellos se incluyen la clasificación de nuevas categorías de tráfico, la optimización de los enfoques de clasificación y el ajuste preciso de los hiper-parámetros. DL es un enfoque práctico que ofrece varios algoritmos que han demostrado ser muy eficaces en tareas de clasificación de tráfico. Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo diseñar un modelo de clasificación de tráfico utilizando algoritmos DL, centrándose explícitamente en la clasificación de flujos de tráfico por tipo de aplicación y ataques a la red.

El principal objetivo del presente trabajo es definir un modelo de clasificación de tráfico en redes definidas por software utilizando técnicas de aprendizaje automático, con el fin de mejorar la calidad de servicio e incrementar el nivel de seguridad de los servicios y aplicaciones. Los métodos explorados para la clasificación del tráfico se basan en el análisis de los flujos de tráfico. Para ello, se realiza una revisión sistemática de la literatura para determinar los desafíos y las futuras líneas de investigación de cada una de las propuestas.

Es fundamental establecer un marco experimental que incluya capturas de tráfico real, las cuales deben estar etiquetadas según sus clases y serán utilizadas como 'ground truth' para entrenar y evaluar los clasificadores. Además, se requiere desarrollar los programas y algoritmos necesarios para parametrizar el tráfico de acuerdo con las diferentes técnicas de aprendizaje automático propuestas.

Aportes de la tesis

Las principales contribuciones de este trabajo pueden resumirse como sigue:

- Se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura sobre pruebas empíricas relevantes de los métodos de clasificación de tráfico en redes definidas por software,

centrándose en los trabajos más recientes en el área y que apliquen técnicas de aprendizaje automático. El propósito de esta revisión exhaustiva es identificar las limitaciones actuales y sugerir futuras direcciones de investigación que aún no han sido abordadas.

- Se desarrollaron cuatro clasificadores con algoritmos de aprendizaje profundo para evaluar cuál ofrece mejores resultados, sobre la base de conjuntos de datos abiertos. En concreto, se han utilizado los algoritmos GRU, BiGRU, LSTM y BiLSTM. En trabajos relacionados, se ha observado una falta de clasificadores que utilicen específicamente algoritmos GRU, BiGRU y BiLSTM para la clasificación de tráfico multiclase en las redes definidas por software.
- Los clasificadores tienen como objetivo mejorar el rendimiento y la seguridad de las SDN, al utilizar el flujo de tráfico para identificar tipos de aplicaciones y ataques en cinco categorías: Multimedia, VoIP, Mensajes instantáneos, Transferencia de archivos y Ataques. Una de las principales innovaciones de este enfoque radica en la integración de la detección de ataques en el proceso de clasificación, al abordar así una laguna identificada en trabajos relacionados. Los experimentos demuestran la exactitud en la detección de diferentes tipos de aplicaciones y ataques, como DoS, DDoS, ataque de fuerza bruta, explotación (R2L), ataque web, botnet y sonda.
- La selección de características basada en el análisis de los controladores SDN y la longitud de la secuencia permite una generalización adecuada de los modelos de aprendizaje profundo. Esta elección facilita la implementación de clasificadores en las redes definidas por software con cualquier controlador, ya que las interfaces del norte pueden obtener las características seleccionadas. Esto reduce la complejidad del entrenamiento del modelo, mejora la exactitud de la clasificación del tráfico y disminuye el costo computacional asociado.
- Se seleccionaron los modelos de clasificación de tráfico entrenados con GRU y LSTM para ser desplegados en un entorno de simulación, con el propósito de demostrar su funcionalidad y su potencial para ser implementados en entornos reales. Además, se demostró la capacidad para obtener las características necesarias para la clasificación a través de las interfaces hacia el norte del controlador, lo que facilita la integración de los clasificadores en diferentes entornos de redes definidas por software. Esta validación práctica no solo confirma la eficacia de los modelos en condiciones controladas, sino que también establece un precedente para su implementación en redes operativas.

Líneas de I/D futuras

Implementar los clasificadores propuestos en un entorno de redes definidas por software en tiempo real, para clasificar instantáneamente los flujos entrantes sobre la

base de la información estadística de los flujos y aplicar las correspondientes políticas de calidad de servicio y seguridad.

Construir un conjunto de datos para evaluar y mejorar los clasificadores en un entorno más representativo, al reflejar la dinámica y la complejidad del tráfico en redes definidas por software. La creación de este conjunto de datos implicará la captura de tráfico real en diversas situaciones y configuraciones de red, al asegurar una amplia cobertura de diferentes tipos de aplicaciones y posibles ataques. Otra línea de investigación podría explorar el uso del aprendizaje por refuerzo para la clasificación de tráfico en redes definidas por software. El aprendizaje por refuerzo permite que un agente aprenda a tomar decisiones mediante la interacción con el entorno, al optimizar sus acciones a través de la retroalimentación recibida.



Definition of a Traffic Classification Model in Software-Defined Networking

Advisors

Ing. Luis Armando Marrone
Dr. Walter Marcelo Fuertes Díaz

Thesis approval date

June, 12 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: software-defined networking; traffic clasification; applicatin-based classification; attacks classification; machine learning; deep learning

Motivation

In an increasingly digital world, the number of connections and devices is growing faster than the population and Internet users. Characterized by the rapid proliferation of smart devices and emerging technologies, network traffic is experiencing exponential growth. In addition, the adoption of new devices with significant capabilities and intelligence, such as smartphones, smart TVs, and video game consoles, combined with the expansion of machine-to-machine communications and the resulting development of new services and applications, has significantly changed traffic flow patterns and network performance. Managing different network infrastructures to meet the requirements of these new devices, applications, and services has become a complex and pressing task.

Classification is a well-understood domain within mathematics and computer science. Tools such as TensorFlow allow machine learning models to be developed in Python, making this domain accessible to programmers. However, these tools do not typically focus on applying classification methods in the specific domain of network traffic classification. This can make applying classification techniques seem complex to those new to the field. Therefore, understanding the process of selecting machine learning techniques is critical to addressing some problems encountered with current attack and application classification approaches.

Despite numerous studies on traffic classification using deep learning in software-defined networking environments, challenges still need to be addressed. These include classifying new traffic categories, optimizing classification approaches, and fine-tuning hyper-parameters. DL is a practical approach that offers several algorithms that have proven very effective in traffic classification tasks. Therefore, this research

aims to design a traffic classification model using DL algorithms, explicitly focusing on classifying traffic flows by application type and network attacks.

The main objective of this work is to define a traffic classification model in software-defined networks using machine learning techniques, in order to significantly improve the quality of service and increase the security level of services and applications. The methods explored for traffic classification are based on the analysis of traffic flows. To this end, a systematic review of the literature is carried out to determine the challenges and future lines of research for each of the proposals, with the potential to revolutionize network security and performance.

It is essential to establish an experimental framework that includes accurate traffic captures, which must be labeled according to their classes and will be used as 'ground truth' to train and evaluate the classifiers. In addition, the necessary programs and algorithms must be developed to parameterize the traffic according to the different machine-learning techniques proposed.

Thesis contributions

The main contributions of this work can be summarized as follows:

- A systematic literature review of relevant empirical evidence on traffic classification methods in software-defined networks was conducted, focusing on the most recent work in the area and applying machine learning techniques. The purpose of this comprehensive review is to identify current limitations and suggest future research directions that have not yet been addressed.
- Four classifiers with deep learning algorithms were developed to evaluate which one provides the best results based on open data sets. Specifically, GRU, BiGRU, LSTM, and BiLSTM algorithms have been used. In related work,

a lack of classifiers specifically using GRU, BiGRU, and BiLSTM algorithms for multiclass traffic classification in software-defined networks has been observed.

- Classifiers aim to improve the performance and security of SDNs by using traffic flow to identify application types and attacks in five categories: Multimedia, VoIP, Instant Messaging, File Transfer, and Attacks. One of the main innovations of this approach lies in the integration of attack detection into the classification process, thus addressing a gap identified in related work. Experiments demonstrate the accuracy in detecting different types of applications and attacks, such as DoS, DDoS, brute force attacks, exploit (R2L), web attacks, botnets, and probes.
- Feature selection based on SDN controller analysis and sequence length allows for proper generalization of deep learning models. This choice facilitates the implementation of classifiers in software-defined networks with any controller since the northern interfaces can obtain the selected features. This reduces the complexity of model training, improves traffic classification accuracy, and lowers the associated computational cost.
- Traffic classification models trained with GRU and LSTM were selected to be deployed in a simulation environment to demonstrate their functionality and potential for implementation in real environments. In addition, the ability to obtain the necessary features for classification through the northbound interfaces of the controller was demonstrated, which facilitates the integration of the classifiers in different software-defined networking environments. This practical validation not only confirms the effectiveness of the models under controlled conditions, but also sets a precedent for their implementation in operational networks.

Future Research Lines

Implement the proposed classifiers in a real-time software-defined networking environment to instantaneously classify incoming flows based on statistical flow information and apply the corresponding QoS and security policies.

Build a dataset to evaluate and improve classifiers in a more representative environment by reflecting the dynamics and complexity of traffic in software-defined networks. The creation of this dataset will involve capturing real traffic in a variety of situations and network configurations, ensuring a broad coverage of different types of applications and possible attacks.

Another line of research is to explore reinforcement learning for traffic classification in software-defined networks. Reinforcement learning allows an agent to learn to make decisions through interaction with the environment by optimizing its actions through the feedback received.



Minería de procesos en la gestión de residuos de aparatos de informática y telecomunicaciones en instituciones de educación superior

Directora

Dra. Patricia Bazán

Fecha de aprobación

16 de octubre de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: minería de procesos; RAIT; modelo de procesos; logística inversa; tecnologías computacionales sostenibles; modelo matemático

Motivación

Objetivo General

Desarrollar un enfoque integral que articule diversos componentes fundamentales, tales como la aplicación de técnicas y herramientas de MP, la propuesta de una metodología para el desarrollo de proyectos orientados a la gestión de RAIT en IES, la estructuración de un modelo de procesos integral, la exploración de tecnologías computacionales sostenibles y el uso de técnicas de inteligencia artificial.

Objetivos Específicos

Para alcanzar el objetivo general de esta investigación, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Realizar una revisión sistemática y analizar los fundamentos teóricos y las mejores prácticas sobre la gestión de RAIT en IES, considerando experiencias importantes y marcos de referencia a nivel internacional y local.
- Investigar el estado del arte de la aplicación de técnicas y herramientas de MP en entornos organizacionales, con el propósito de identificar enfoques viables y adaptables a la gestión de RAIT y RAEE.
- Explorar y caracterizar tecnologías computacionales sostenibles que contribuyan a reducir el uso de AIT y que ayuden a la mitigación del impacto ambiental generados por la gestión de RAIT.
- Proponer una metodología específica para la ejecución de proyectos de MP orientados a la gestión de RAIT y RAEE, integrando fases que contemplen desde la planificación hasta la difusión de resultados.
- Implementar y validar la metodología propuesta mediante un caso práctico en una universidad ecuatoriana, utilizando datos reales y empleando la herramienta DISCO de MP.
- Diseñar un modelo de procesos integral que incluya un mo-

delo de procesos de gestión, un modelo de logística inversa, y un modelo matemático para la estimación de costos concernientes a la gestión de RAIT.

Aportes de la tesis

Uno de los aportes de la presente tesis es la aplicación de técnicas y herramientas de MP para abordar la problemática de la gestión de RAIT en IES. Asimismo, se desarrolló una metodología original para la ejecución de proyectos de MP, la cual fue implementada y validada mediante la herramienta Disco, utilizando registros de eventos reales de una universidad ecuatoriana. Esta propuesta se proyecta como una solución replicable y aplicable en otras organizaciones que gestionan RAIT y RAEE.

Además, se estructuró un modelo de procesos integral, conformado por un modelo de procesos de gestión, un modelo de logística inversa y un modelo matemático. De igual forma, se exploró

los criterios de computación sostenible y el uso de inteligencia artificial en la gestión de ciertos procesos de residuos electrónicos.

En conjunto, esta tesis genera un aporte significativo al ámbito académico y al fortalecimiento del conocimiento técnico en la gestión de residuos tecnológicos.

Además, establece los fundamentos para nuevas líneas de investigación interdisciplinaria, integrando enfoques de las ciencias informáticas, la MP, las tecnologías computacionales sostenibles, la IA y la gestión ambiental. Los aportes generados son técnicamente replicables y metodológicamente adaptables, lo que permite su aplicación en la gestión de

RAIT y RAEE en instituciones educativas y otras organizaciones que manejan este tipo de residuos tecnológicos.

Líneas de I/D futuras

La aplicación de la MP se centra en entornos de negocio y salud, y es fundamental explorar su potencial en otros ámbitos. Este enfoque ha generado la escasez de metodologías adaptadas a las particularidades de proyectos diversos, especialmente aquellos relacionados con la gestión de residuos. Con el objetivo de cubrir esta necesidad, en esta tesis se desarrolló una metodología para la gestión de RAIT. Sin embargo, la importancia de esta propuesta radica también en su capacidad de evolucionar y adaptarse a otras categorías de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). De esta manera, se busca potenciar la sostenibilidad ambiental y la eficiencia operativa en ámbitos más allá de los tradicionalmente explorados por la MP.

Asimismo, es necesario resaltar la importancia de analizar en detalle ciertos componentes de los RAIT y otros dispositivos electrónicos, que contienen placas de circuito impreso (PCI) con metales valiosos como oro, plata, cobre y platino. Desarrollar una herramienta que estime el costo de recuperación y la valoración económica de estos metales aportaría una dimensión adicional, al no solo mejorar la eficiencia económica, sino también fomentar la adopción de prácticas de economía circular en la gestión de residuos.



Process Mining in the Management of waste of computer and telecommunications equipment in Higher Education Institutions

Avisor

Dra. Patricia Bazán

Thesis approval date

October, 16 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: process mining; Waste of computer and telecommunications equipment (WCTE); process model; reverse logistics; sustainable computing technologies; mathematical model

Motivation

General Objective

Develop a comprehensive approach that integrates various fundamental components, such as the application of Process Mining (PM) techniques and tools, the proposal of a methodology for the development of projects aimed at the management of waste of computer and telecommunications equipment (WCTE) in Higher Education Institutions (HEIs), the structuring of an integrated process model, the exploration of sustainable computational technologies, and the use of artificial intelligence techniques.

Specific Objectives

To achieve the general objective of this research, the following specific objectives are proposed:

- Conduct a systematic review and analyze the theoretical foundations and best practices related to WCTE management in HEIs, considering significant experiences and reference frameworks at both international and local levels.
- Investigate the state of the art regarding the application of PM techniques and tools in organizational environments, with the purpose of identifying viable and adaptable approaches for the management of WCTE and WEEE.
- Explore and characterize sustainable computational technologies that contribute to reducing the use of CTE and help mitigate the environmental impact generated by WCTE management.
- Propose a specific methodology for the execution of PM projects oriented toward WCTE and WEEE management, integrating phases that include planning through the dissemination of results.

- Implement and validate the proposed methodology through a practical case study in an Ecuadorian university, using real data and employing the DISCO PM tool.
- Design an integrated process model that includes a management process model, a reverse logistics model, and a mathematical model for estimating costs related to WCTE management.

Thesis contributions

One of the contributions of this thesis is the application of Process Mining (PM) techniques and tools to address the challenges of WCTE management in Higher Education Institutions (HEIs). Likewise, an original methodology was developed for the execution of PM projects, which was implemented and validated using the Disco tool and real event logs from an Ecuadorian university. This proposal is envisioned as a replicable and applicable solution for other organizations that manage WCTE and WEEE.

In addition, an integrated process model was structured, comprising a management process model, a reverse logistics model, and a mathematical model. Sustainable computing criteria and the use of artificial intelligence in the management of specific electronic waste processes were also explored.

Overall, this thesis provides a significant contribution to the academic field and strengthens technical knowledge in the management of technological waste. Furthermore, it establishes the foundations for new interdisciplinary research lines, integrating approaches from computer science, process mining, sustainable computational technologies, artificial intelligence, and environmental

management. The contributions generated are technically replicable and methodologically adaptable, enabling their application to the management of WCTE and WEEE in educational institutions and other organizations that handle this type of technological waste.

Future Research Lines

The application of Process Mining (PM) has mainly focused on business and healthcare environments, making it essential to explore its potential in other fields. This emphasis has resulted in a shortage of methodologies adapted to the particularities of diverse projects, especially those related to waste management. To address this need, this thesis developed a methodology for the management of WCTE. However, the relevance of this proposal also lies in its ability to evolve and adapt to other categories of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE). In this way, the aim is to enhance environmental sustainability and operational efficiency in areas beyond those traditionally explored by PM.

Likewise, it is important to highlight the need to analyze in detail certain components of WCTE and other electronic devices that contain printed circuit boards (PCBs) with valuable metals such as gold, silver, copper, and platinum. Developing a tool capable of estimating the recovery cost and economic valuation of these metals would add an additional dimension—not only improving economic efficiency but also promoting the adoption of circular economy practices in waste management



Minería de procesos en la gestión de residuos de aparatos de informática y telecomunicaciones en instituciones de educación superior

Directora
Dra. Claudia Pons

Codirector
Dr. Gustavo Rodríguez

Fecha de aprobación
12 de noviembre de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: co-entrenamiento; aprendizaje transferencia; semi-supervisado; SSL; clasificación documentos; procesamiento de texto

Motivación

La clasificación de documentos en entornos semi-supervisados enfrenta varios retos, como es la escasez de documentos etiquetados para fortalecer su entrenamiento o la dificultad para adaptar modelos a nuevos dominios. Para abordar estos problemas, es fundamental establecer un enfoque sistemático que permita desarrollar un modelo eficaz y robusto. Los siguientes objetivos han sido definidos para guiar el proceso del presente estudio, asegurando que se aborden las limitaciones identificadas, para la obtención de resultados que mejoran significativamente la calidad de la clasificación de documentos.

Objetivo general

Diseñar un modelo combinado de clasificación semi-supervisada, que optimice tanto el etiquetado como la clasificación de documentos, mejorando su precisión y eficacia, fundamentado en una estructura que se derive de un análisis de la evaluación de los distintos tipos de modelos semi-supervisados.

Aportes de la tesis

La propuesta de creación de un marco comparativo se distingue por su evaluación contextualizada, que analiza cómo los modelos semi-supervisados funcionan en diversas situaciones de clasificación de documentos, teniendo en cuenta variables como el tipo de documento, número de clases y la cantidad de etiquetados. Esta característica permite a los usuarios identificar las ventajas y desventajas de cada modelo en diversos contextos, lo que refuerza su capacidad para tomar decisiones informadas al elegir el modelo más adecuado según sus necesidades específicas. Escasos son los estudios del desempeño de los mo-

delos semi-supervisados, entre estas escasas revisiones, se encuentra estudios que ofrecen una conceptualización breve de los tipos de aprendizaje, definiendo la clasificación semi-supervisada y la agrupación (clustering) semi-supervisada. Por otro lado, otros estudios revisan los modelos de clasificación semi-supervisada en el contexto del análisis de imágenes. Así también, se presenta una recopilación de los últimos métodos de aprendizaje semi-supervisados. Sin embargo, estas revisiones no se centran en el análisis de la clasificación de documentos ni incluyen una comparación del desempeño de los diferentes modelos en este ámbito.

Un modelo combinado que integre las mejores estructuras analizadas en el estudio de diferentes tipos de modelos semi-supervisados refuerza la eficiencia y precisión en la clasificación de documentos, incluso cuando el conjunto de datos etiquetados es escaso o inexistente. Se han identificado estudios previos que llevan a cabo la clasificación de documentos utilizando enfoques supervisados y no supervisados; sin embargo, estos métodos no han logrado abordar el problema de manera efectiva, ya que dependen de la disponibilidad de datos etiquetados en el caso de los modelos supervisados, o carecen de la precisión necesaria para clasificaciones más detalladas en el caso de los modelos no supervisados. En el caso de los modelos semi-supervisados se identifica estudios mayoritariamente focalizados en análisis de sentimientos (dos etiquetas) y la clasificación de textos cortos. Las limitaciones de memoria y problemas de fragmentación de contexto en los modelos estándar, son factores que provocan la carencia de experimentaciones de clasificación de documentos con textos largos.

Líneas de I/D futuras

El modelo propuesto presenta ciertos desafíos que podrían abordarse en futuras investigaciones. Una de sus principales limitaciones radica en la necesidad de un ajuste fino adecuado, ya que un entrenamiento ineficiente podría llevar al modelo a sobreajustarse a las características del dominio fuente, lo que afecta su capacidad de generalización en el dominio destino. Otro desafío radica en la complejidad computacional generada por la estructura combinada utilizada para gestionar los documentos etiquetados entre las distintas vistas y los conjuntos pre-entrenados. La integración del transformer y el co-entrenamiento simultáneo aumentan los requerimientos de memoria y procesamiento, lo cual puede dificultar la implementación en entornos con recursos limitados.

También, se podrían explorar distintos enfoques para analizar la eficiencia en la clasificación de documentos científicos mediante la estructura del modelo COTRA. Por ejemplo, en lugar de las técnicas de co-entrenamiento, sería posible evaluar el rendimiento utilizando técnicas de ensamblado de modelos, combinando múltiples clasificadores para gestionar las predicciones. Asimismo, se podría experimentar con técnicas de aprendizaje activo, permitiendo que el modelo seleccione proactivamente los ejemplos más informativos para su etiquetado.

Además, sería relevante extender la aplicación del modelo COTRA a otros dominios que presenten características similares a los documentos científicos, como artículos de prensa, literatura médica, documentos legales, informes técnicos u otros. La capacidad del modelo para manejar datos no estructurados y transferir conocimiento entre dominios podría resultar beneficiosa en tareas de análisis de contenido, recuperación de información y generación de resúmenes automáticos.



A Combined Model of Co-Training And Transfer Learning for Document Classification, Based on a Comparative Analysis of Semi-Supervised Learning Models

Advisors

Dra. Claudia Pons

Codirector

Dr. Gustavo Rodríguez

Thesis approval date

November, 12 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: co-training; transfer learning; semi-supervised learning; SSL; document classification; text processing

Motivation

Document classification in semi-supervised environments faces several challenges, such as the scarcity of labeled documents to strengthen training processes and the difficulty of adapting models to new domains. To address these issues, it is essential to establish a systematic approach that enables the development of an effective and robust model. The following objectives have been defined to guide the present study, ensuring that the identified limitations are addressed and that the resulting outcomes significantly improve document classification quality.

Objective

To design a combined semi-supervised document classification model that optimizes both labeling and classification processes, improving accuracy and effectiveness, based on a framework derived from an evaluation analysis of different types of semi-supervised models.

Thesis contributions

The proposed comparative framework is distinguished by its contextualized evaluation, analyzing how semi-supervised models perform across different document classification scenarios while considering variables such as document type, number of classes, and the amount of labeled data. This approach enables users to identify the strengths and weaknesses of each model in diverse contexts, thereby enhancing informed decision-making when selecting the most appropriate model for specific needs.

There are relatively few studies analyzing the performance of semi-supervised models. Among these limited reviews are works that briefly conceptualize learning paradigms, defining semi-supervised classification and semi-supervised clustering. Other studies review semi-

supervised classification models in the context of image analysis, and some present surveys of recent semi-supervised learning methods. However, these reviews do not focus on document classification nor do they include performance comparisons of different models within this domain.

The proposed combined model integrates the most effective structures identified in the analysis of various semi-supervised learning models, improving efficiency and accuracy in document classification, even when labeled datasets are scarce or nonexistent. Previous studies have addressed document classification using supervised and unsupervised approaches; however, supervised models depend heavily on labeled data availability, while unsupervised models often lack sufficient precision for fine-grained classification tasks.

Existing semi-supervised studies are largely focused on sentiment analysis (binary classification) and short-text classification. Memory limitations and context fragmentation issues in standard models have hindered experimentation with long-document classification, highlighting the relevance of the proposed approach.

Future Research Lines

The proposed model presents certain challenges that could be addressed in future research. One of its main limitations is the need for appropriate fine-tuning, as ineffective training may cause the model to overfit the source domain characteristics, negatively affecting its generalization capability in the target domain. Another challenge lies in the computational complexity introduced by the combined architecture used to manage labeled documents across different views and pre-trained sets. The

integration of transformer models with simultaneous co-training increases memory and processing requirements, potentially limiting implementation in resource-constrained environments.

Future work could also explore alternative approaches to evaluate the efficiency of scientific document classification using the COTRA model architecture. For example, instead of co-training techniques, ensemble learning methods could be assessed by combining multiple classifiers to manage predictions. Additionally, active learning techniques could be explored, allowing the model to proactively select the most informative samples for labeling.

Furthermore, extending the application of the COTRA model to other domains with characteristics similar to scientific documents—such as news articles, medical literature, legal documents, technical reports, and related corpora—would be highly relevant. The model's ability to handle unstructured data and transfer knowledge across domains could be beneficial for tasks such as content analysis, information retrieval, and automatic summarization.



Métodos y herramientas para la abstracción de modelos de objetos en contenido web por parte de los usuarios finales

Directores

Dr. Sergio Firmenich
Dr. Alejandro Fernandez

Fecha de aprobación

13 de noviembre de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: web Scraping; End user programming; Web Augmentation

Motivación

En la actualidad, la web ofrece una gran cantidad de sitios que presentan información valiosa sobre temas de actualidad. Sin embargo, al analizarlo detenidamente, es evidente que muchos de estos sitios abordan los mismos temas desde perspectivas diferentes, con particularidades propias de cada uno. Si lográramos integrar esta información, podríamos alcanzar una comprensión más completa del tema en cuestión. Aunque este proceso de integración lo realizamos de manera inconsciente, generalmente ocurre cuando seleccionamos lo mejor de un sitio y, de forma natural, buscamos en la web más información relacionada para enriquecer nuestro conocimiento.

La abrumadora cantidad de información en la web y la necesidad de resultados rápidos y precisos representan un reto significativo, un problema que las herramientas actuales, incluso las basadas en IA, no logran resolver completamente. Esta tesis se motiva en la necesidad de otorgar autonomía a los usuarios sin conocimientos de programación para que puedan gestionar y extraer la información que realmente necesitan.

Durante el planteamiento de esta investigación se han desarrollado varias preguntas que necesitan ser demostradas y validadas con una alta rigurosidad, para lo cual vamos a afrontarlas desde dos perspectivas: la factibilidad técnica y la operativa. Dentro de las preguntas desde la factibilidad técnica se plantearon preguntas como: ¿Existen limitaciones técnicas para extraer y componer información desde sitios web? ¿Puede un usuario sin conocimientos de programación, extraer y componer contenido de varios sitios web? ¿Cuán rápida es la ejecución de una composición de servicios de búsqueda?. Para la factibilidad operativa, debemos centrarnos en que el usuario comprenda los conceptos básicos de navegación, navegadores web y extensiones web sin preocuparnos de téc-

nicas como web scraping y aumentación web que serán transparentes en el uso del enfoque. Adicionalmente es necesario que entienda el campo de conocimiento donde se va a realizar la composición de servicios. En este contexto se plantearon preguntas como ¿Este enfoque permitirá que un usuario sin conocimientos de programación pueda generar composiciones de servicios de búsqueda para satisfacer sus propios requerimientos?, ¿El enfoque es útil y usable por usuarios sin conocimientos de programación?. Respuestas que fueron analizadas y contestadas durante el desarrollo de la misma.

Esta tesis propone y desarrolla un enfoque que combina: Web Scraping, Aumentación Web (WA) y Programación para el Usuario Final (EUP); cuyo objetivo principal es proveer un soporte tecnológico que mejore la autonomía de estos usuarios en la búsqueda de información, creando modelos de composición de datos personalizados que satisfagan las necesidades no cubiertas por los sitios web individuales. Para alcanzar esta meta, se definió y desarrolló un conjunto de herramientas (Search APIs y composiciones de las mismas) que permiten la abstracción, creación y composición de servicios de búsqueda a partir de múltiples sitios web, culminando con implementación de aplicaciones funcionales que hacen uso de esta composición de servicios.

Aportes de la tesis

La tesis presenta un conjunto de aportes interconectados, diseñados para empoderar a los usuarios sin conocimientos de programación:

- Enfoque Orientado al Usuario Final (EUP): Se propone un enfoque metodológico para la generación y composición de Servicios de Búsqueda (Search APIs), permitiendo la creación de modelos de integración de datos entre diver-

sos sitios web por parte de usuarios finales.

- Herramienta de Creación de Search APIs: Se desarrolló una herramienta que facilita la creación de Search APIs personalizados. Esta herramienta utiliza técnicas de web scraping que soportan la extracción de contenido a varios niveles de navegación dentro de un sitio específico.
- Herramienta de Composición de Search APIs: Se implementó una segunda herramienta que permite la integración y orquestación de los Search APIs generados. Esta herramienta maneja la configuración necesaria para combinar y relacionar la información proveniente de múltiples sitios web.
- Capa de Servicio con Extensión de Navegador: Se diseñó e implementó una capa de servicio que alberga y expone los modelos de composición de búsqueda creados. Esta capa se materializa como una extensión de navegador web, asegurando que los resultados integrados sean accesibles directamente en el entorno del usuario.
- Proceso Integral Sencillo: El procedimiento completo implica implementar servicios de búsqueda que definen la estructura de acceso a sitios específicos, integrarlos en un modelo de datos relacionados y ofrecer el resultado de esta composición directamente a través del navegador. Todo este proceso está diseñado para ser realizado por usuarios sin habilidades de programación.

Líneas de I/D futuras

- IA para análisis de estructuras de DOM.
- IA para Composición de Search APIs.
- Integración de Composiciones de Search APIs con los navegadores con IA



Methods and tools for the abstraction of object models in web content by end users

Advisors

Dr. Sergio Firmenich
Dr. Alejandro Fernandez

Thesis approval date

November, 13 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: Web Scraping; End user programming; Web Augmentation

Motivation

Currently, the web offers a large number of sites that present valuable information on current topics. However, upon closer analysis, it is evident that many of these sites address the same topics from different perspectives, each with its own peculiarities. If we were able to integrate this information, we could achieve a more complete understanding of the topic in question. Although we perform this integration process unconsciously, it generally happens when we select the best from one site and, naturally, search the web for more related information to enrich our knowledge. The overwhelming amount of information on the web and the need for fast, precise results represent a significant challenge, a problem that current tools, even AI-based ones, do not completely solve. This thesis is motivated by the need to grant autonomy to users without programming knowledge so that they can manage and extract the information they truly need.

During the formulation of this research, several questions have been developed that need to be demonstrated and validated with high rigor, which we will address from two perspectives: technical feasibility and operational feasibility.

Within the technical feasibility questions, questions were raised such as:

- * Are there technical limitations to extracting and composing information from websites?
- * Can a user without programming knowledge extract and compose content from various websites?
- * How fast is the execution of a search service composition?

For operational feasibility, we must focus on the user understanding the basic concepts of browsing, web browsers, and web extensions without worrying about techniques such as web scraping and web augmentation, which will be transparent in the use of the approach.

Additionally, it is necessary for the user to understand the field of knowledge where the service composition will be performed.

In this context, questions were raised such as:

- * Will this approach allow a user without programming knowledge to generate search service compositions to satisfy their own requirements?
- * Is the approach useful and usable by users without programming knowledge?

These are answers that were analyzed and answered during the development of the thesis.

This thesis proposes and develops an approach that combines: Web Scraping, Web Augmentation (WA), and End-User Programming (EUP); whose main objective is to provide technological support that improves the autonomy of these users in information seeking, creating customized data composition models that satisfy the needs not covered by individual websites. To achieve this goal, a set of tools (Search APIs and compositions thereof) were defined and developed that allow the abstraction, creation, and composition of search services from multiple websites, culminating in the implementation of functional applications that use this service composition.

Thesis contributions

The thesis presents a set of interconnected contributions, designed to empower users without programming knowledge:

- End-User Oriented Approach (EUP): A methodological approach is proposed for the generation and composition of Search Services (Search APIs), allowing end users to create data integration models between various websites.
- Search API Creation Tool: A tool was developed that facilitates the creation of personalized Search APIs. This

tool uses web scraping techniques that support content extraction at various navigation levels within a specific site.

- Search API Composition Tool: A second tool was implemented that allows the integration and orchestration of the generated Search APIs. This tool manages the necessary configuration to combine and relate information from multiple websites.
- Service Layer with Browser Extension: A service layer was designed and implemented to host and expose the created search composition models. This layer is materialized as a web browser extension, ensuring that the integrated results are accessible directly in the user's environment.
- Simple Integral Process: The complete procedure involves implementing search services that define the access structure to specific sites, integrating them into a related data model, and offering the result of this composition directly through the browser. This entire process is designed to be performed by users without programming skills.

Future Research Lines

- AI for DOM structure analysis.
- AI for Search API Composition.
- Integration of Search API Compositions with AI-powered browsers.



Desarrollo de un modelo de mirroring con indicadores y herramientas para el seguimiento y visualización de procesos educativos colaborativos mediados por tecnología digital en Educación Superior

Directora

Dra. Cecilia Verónica Sanz

Codirectora

Dra. María Alejandra Zangara

Fecha de aprobación

25 de noviembre de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: trabajo colaborativos; Visualización de datos; Tecnología digital; Procesos colaborativos; Modelo de comunidad de Indagación

Motivación

El trabajo colaborativo en el ámbito de la educación ha constituido un modelo de aprendizaje interactivo que invita a docentes y estudiantes a contribuir juntos, conjugar esfuerzos, competencias de talentos y generar conocimientos (Maldonado, 2007). Al mismo tiempo el trabajo colaborativo, como estrategia de enseñanza y aprendizaje, puede mejorar la calidad académica, además de ser importante para el desarrollo individual e integrado de los docentes y estudiantes en el ámbito educativo (Moreno et al., 2013).

En este contexto, los estudiantes necesitan generar mecanismos de interacción grupal y también se requieren herramientas que reflejen acciones individuales y colectivas, reuniendo y resumiendo datos con una visualización, como por ejemplo un gráfico circular o un gráfico de línea de tiempo que muestre las contribuciones de los participantes (Arciniegas-Mendez et al., 2015). Estas herramientas se conciben como tecnologías de apoyo al aprendizaje colaborativo y permiten la visualización y seguimiento. De esta manera, el proceso colaborativo puede ser evaluado durante y al final de las actividades y es posible medir su impacto. Zangara (2018) define al mirroring como la visibilización y seguimiento de los indicadores del proceso colaborativo a disposición de todos los integrantes de un grupo de trabajo. Así, conforme la estrategia de mirroring aumenta, se profundiza la información sobre cómo los estudiantes interactúan.

Las herramientas de visualización de mirroring, por su dinámica de trabajo, utilizan indicadores para las diferentes interacciones de cada uno de los participantes en

el proceso colaborativo. De esta manera los autores Boroujeni et al. (2017) integraron la dinámica en los foros de discusión, utilizando la metodología de modelado de técnicas de análisis de redes sociales. Los indicadores evaluados fueron el tiempo, el contenido y la dimensión social. Djouad (2011) en su investigación realiza aportes de soluciones novedosas a dos aspectos esenciales de indicadores: 1) Integración de un Sistema Basado en Rastros como un nuevo componente para el diseño de sistemas (integración en un framework como Moodle); 2) Construcción de un conjunto de modelos de Trace con un proceso de transformación para calcular explícitamente los indicadores en herramientas como foros, wikis y chats. En otra investigación (Jermann & Dillenbourg, 2008) se propuso visualizar las tasas de participación de colaboradores, a través de mirroring, por medio de gráficos de barras y circulares que muestran de forma dinámica el número de palabras, así como el número de acciones de resolución de problemas. Además, las autoras Zangara & Sanz (2017) presentan una estrategia de seguimiento de trabajo colaborativo bajo la forma de mirroring, revelando indicadores en una experiencia educativa de postgrado durante 2016. Pese al valioso aporte de las diferentes investigaciones, se encuentran escasos estudios que centren su atención en desarrollar e integrar herramientas de mirroring con un análisis de indicadores de seguimiento en el contexto de la educación superior. En consecuencia, esta temática resulta de interés y actualidad. Para ello, en esta tesis se estudian y proponen indicadores para el desarrollo de una

herramienta de seguimiento y visualización del trabajo colaborativo individual y colectivo en el ámbito de la educación superior.

Este trabajo tiene como **objetivo general** desarrollar una propuesta de seguimiento del trabajo colaborativo mediante indicadores para sistemas de gestión de aprendizaje LMS.

Como **objetivos específicos** pueden mencionarse:

- Investigar el estado del arte sobre el concepto de mirroring.
- Relevar indicadores y métricas que se utilicen en el marco del seguimiento de procesos colaborativos utilizando mirroring.
- Analizar las diferentes herramientas de visualización del trabajo colaborativo relacionados con mirroring que se proponen en la literatura.
- Estudiar los aportes del modelo de Comunidad de Indagación (Col) que resulten de interés para considerar en el seguimiento del trabajo colaborativo con mirroring.
- Diseñar un modelo que integre estrategias, indicadores y métricas relevantes para llevar adelante el seguimiento del trabajo colaborativo en entornos educativos digitales y tome los aportes de interés de Col.
- Diseñar una propuesta para ambientes de LMS para el seguimiento y visualización de procesos colaborativos educativos que viabilice aspectos del modelo diseñado.
- Validar el modelo propuesto a partir de un estudio de caso para analizar el alcance del aporte de esta tesis.

Aportes de la tesis

- Una propuesta de diseño e implementación de actividades colaborativa con tres etapas, que consideran las presencias del modelo Col.
- Una metodología de seguimiento de actividades colaborativas que explicita los actores que participan, los indicadores para el seguimiento y la implementación del mirroring, instrumentos de recogida de datos, entre otros.
- Una propuesta de implementación de un dashboard llamado VIST (Visualización del Seguimiento de la Interacción en Trabajo colaborativo) que se integra a un LMS en particular (Moodle) y considera la metodología propuesta como parte de este modelo.

Líneas de I/D futuras

A continuación, se detallan las siguientes áreas de interés:

- En cuanto a los aspectos teóricos, se abre la posibilidad de profundizar en los marcos de diseño de aplicaciones basadas en mirroring, en el contexto educativo. Además, se plantea considerar estos marcos teóricos en el desarrollo de nuevas aplicaciones.
- La propuesta metodológica y VIST fueron desarrollados para Moodle. Se sugiere la adaptación y evaluación de su

aplicabilidad en otros entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje.

- Se deja abierta una línea de investigación para abordar estudios similares en diferentes contextos educativos.
- Resulta de interés llevar a cabo un estudio comparativo de diversas plataformas tecnológicas utilizadas en la educación superior. Este análisis se centraría en la influencia de estas plataformas en la implementación del mirroring y su impacto en los procesos educativos colaborativos.
- Sería valioso realizar un estudio de caso comparativo que incluya un grupo de control. Esto permitiría medir el impacto de la estrategia de mirroring y del dashboard VIST, contrastando los resultados de un grupo que utiliza el modelo propuesto frente a otro que no lo hace, para así validar la efectividad de la intervención.
- Se propone continuar estudiando y aplicando los aportes del modelo de Comunidad de Indagación en el diseño y desarrollo de modelos de seguimiento para el trabajo colaborativo.
- Se propone integrar las posibilidades de la Inteligencia Artificial (IA) para la interpretación de los mensajes de los estudiantes en el modelo de mirroring.



Development of a mirroring model with indicators and tools for the monitoring and visualization of collaborative educational processes mediated by digital technology in higher education

Advisor

Dra. Cecilia Verónica Sanz

Codirector

Dra. María Alejandra Zangara

Thesis approval date

November, 25 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: Mirroring; Collaborative work; Data visualization; Digital technology; Collaborative processes; Community of Inquiry Framework

Motivation

Collaborative work field's education has constituted an interactive learning model that invites teachers and students to contribute together, combine efforts, talent competencies and generate knowledge (Maldonado, 2007). At the same time, collaborative work, as a teaching and learning strategy, can improve academic quality, besides being important for the individual and integrated development of teachers and students in the educational environment (Moreno et al., 2013).

In this context, students need to generate group interaction mechanisms and tools are also required that reflect individual and collective actions, gathering and summarizing data with a visualization, such as a pie chart or a timeline graph showing participants' contributions (Arciniegas-Mendez et al., 2015). These tools are conceived as technologies to support collaborative learning and allow visualization and monitoring. In this way, the collaborative process can be evaluated during and at the end of the activities and it is possible to measure its impact. Zangara (2018) defines mirroring as the visibility and monitoring of the indicators of the collaborative process available to all members of a working group. Thus, as the mirroring strategy increases, information about how students interact with each other deepens.

Mirroring visualization tools, due to their work dynamics, use indicators for the different interactions of each of the participants in the collaborative process. In this way the authors Boroujeni et al. (2017) integrated the dynamics in discussion forums, using the methodology of modeling social network analysis techniques. The indicators

evaluated were time, content and social dimension. Djouad (2011) in his research makes contributions of novel solutions to two essential aspects of indicators: 1) Integration of a Trace-Based System as a new component for system design (integration into a framework such as Moodle); 2) Construction of a set of Trace models with a transformation process to explicitly calculate indicators in tools such as forums, wikis and chats. In other research (Jermann & Dillenbourg, 2008) it was proposed to visualize the participation rates of collaborators, through mirroring, by means of bar charts and pie charts that dynamically show the number of words as well as the number of problem-solving actions. In addition, the authors Zangara & Sanz (2017) present a collaborative work monitoring strategy under the form of mirroring, revealing indicators in a postgraduate educational experience during 2016. Despite the valuable contribution of different research studies, there are few studies that focus on developing and integrating mirroring tools with an analysis of monitoring indicators in the context of higher education. Consequently, this topic is of interest and topicality. For this reason, this thesis studies and proposes indicators for the development of a monitoring and visualization tool for individual and collective collaborative work in the field of higher education.

The **general objective** of this work is to develop a proposal for monitoring collaborative work through indicators for LMS learning management systems.

Specific objectives include:

- Investigate the state of the art on the concept of mirroring.

- Survey indicators and metrics used in the monitoring of collaborative processes using mirroring.
- Analyze the different tools for visualizing collaborative work related to mirroring that are proposed in the literature.
- To study the contributions of the Community of Inquiry (Col) model that are of interest for consideration in the monitoring of collaborative work with mirroring.
- To design a model that integrates relevant strategies, indicators, and metrics to carry out the monitoring of collaborative work in digital educational environments and takes into account the contributions of interest from Col.
- Design a proposal for LMS environments for monitoring and visualizing collaborative educational processes that enables aspects of the designed model.
- Validate the proposed model based on a case study to analyze the scope of the contribution of this thesis.

Thesis contributions

- A proposal for the design and implementation of collaborative activities with three stages, which consider the presences of the Col model.
- A methodology for monitoring collaborative activities that specifies the actors involved, the indicators for monitoring and implementing mirroring, data collection instruments, among others.
- A proposal for the implementation of a dashboard called VIST (Visualization of Interaction Tracking in Collaborative Work) that integrates with a particular LMS (Moodle) and considers the proposed methodology as part of this model.

Future Research Lines

The following areas of interest are detailed below:

- In terms of theoretical aspects, there is an opportunity to explore mirroring-based application design frameworks in the educational context in greater depth. Furthermore, consideration should be given to these theoretical frameworks in the development of new applications.
- The methodological proposal and VIST were developed for Moodle. We suggest adapting and evaluating their applicability in other virtual teaching and learning environments.
- A line of research is left open to address similar studies in different educational contexts.
- It would be interesting to carry out a comparative study of various technological platforms used in higher education. This analysis would focus on the influence of these platforms on the implementation of mirroring and its impact on collaborative educational processes.
- It would be valuable to conduct a comparative case study that includes a control group. This would allow the impact of the mirroring strategy and the VIST dashboard

to be measured, comparing the results of a group using the proposed model with those of a group not using it, in order to validate the effectiveness of the intervention.

- It is proposed to continue studying and applying the contributions of the Community of Inquiry model in the design and development of monitoring models for collaborative work.
- It is proposed to integrate the possibilities of Artificial Intelligence (AI) for interpreting students' messages into the mirroring model.



Emociones y aprendizaje. Análisis de casos en diferentes áreas educativas

Director

Ing. Armando De Giusti

Codirector

Dr. Wilber Ortíz Aguilar

Fecha de aprobación

27 de noviembre de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: aprendizaje; Emociones; Educación emocional; Inteligencia emocional; Historia; Matemáticas; Educación Física

Motivación

Una dificultad educativa contemporánea reside en la ausencia de un enfoque sistemático en las emociones de los alumnos y su influencia en su proceso de aprendizaje, lo que se ha transformado en un reto importante para los sistemas de educación contemporáneos. La importancia del estado de ánimo en el proceso de aprendizaje ha sido ampliamente corroborada por estudios que evidencian cómo las emociones afectan la motivación, la memorización de conocimientos y el desempeño escolar.

El **objetivo general** del trabajo es analizar la influencia de las emociones en los procesos de aprendizaje de los estudiantes a través del estudio de casos en diferentes áreas educativas, con el fin de identificar patrones emocionales comunes y su impacto en el rendimiento académico y el desarrollo personal de los alumnos. Las experiencias se realizaron en la Unidad Educativa Ciudad de Ariel, Ecuador.

Como **objetivos específicos**:

Analizar el impacto de los estados emocionales en los procesos de aprendizaje, con especial atención en cómo las variaciones emocionales afectan la comprensión y retención de conocimientos en tres áreas académicas específicas: Historia, Matemáticas y Educación Física.

Estudiar mecanismos para la evaluación efectiva de las emociones de los estudiantes, con el fin de correlacionar estos estados emocionales con su desempeño y respuesta en el aprendizaje.

Investigar la influencia del tipo de contenido académico sobre la relación entre emociones y aprendizaje, comparando las respuestas emocionales y educativas de los estudiantes ante asignaturas de Historia, Matemáticas y Educación Física.

Aportes de la tesis

Esta disertación constituye un esfuerzo para aportar al ámbito educativo, abordando la intrincada y multifacética

interacción entre las emociones y los procesos de aprendizaje. La investigación adopta una perspectiva interdisciplinaria, examinando dichas dinámicas en tres campos académicos distintos dentro del ámbito de la educación básica: Historia, Matemáticas y Educación Física. Cada una de estas disciplinas requiere actitudes y metodologías de aprendizaje distintas, lo que facilita un análisis comparativo enriquecedor sobre la manera en que las emociones inciden en la adquisición, procesamiento y retención de saberes.

El propósito primordial de la investigación es examinar la repercusión del estado emocional en la habilidad de los estudiantes para adquirir conocimientos, con el propósito de proporcionar instrumentos que habiliten a los educadores y a los encargados de la formulación de políticas educativas para diseñar estrategias pedagógicas más eficaces. Estas estrategias deben tener en cuenta no solo las necesidades cognitivas de los estudiantes, sino también sus requerimientos emocionales, reconociendo la intrínseca vinculación entre ambos aspectos.

Líneas de I/D futuras

Para futuros estudios, sería necesario abordar la evolución de las emociones y su impacto en el desempeño de forma longitudinal con relación a varios años escolares. Esto ayudaría a determinar tendencias más robustas, o incluso patrones predictivos de riesgo considerando la dimensión emocional.

Es recomendable implementar programas sistemáticos de educación emocional que se integren en el currículo de las materias con mayor carga emocional negativa como Matemáticas e Historia. Estas habilidades, tales como la autorregulación, la empatía y la resiliencia, podrían fomentarse desde los primeros años.

Adicionalmente, el estudio se adentra en el análisis de

cómo los diversos tipos de contenido académico inciden en las respuestas emocionales de los alumnos. Por ejemplo, aunque las Matemáticas suelen provocar ansiedad, también pueden generar una satisfacción significativa al superar desafíos; la Historia, por otro lado, suscita emociones morales y sociales de gran complejidad; y la Educación Física promueve emociones positivas asociadas a la competencia física y la cooperación. Este análisis interdisciplinario no solo potencia la comprensión de la interrelación entre emociones y aprendizaje, sino que además ofrece perspectivas valiosas para ajustar las metodologías pedagógicas a las especificidades de cada disciplina.



Emotions and Learning: Case Analysis in different educational areas

Advisor

Ing. Armando De Giusti

Codirector

Dr. Wilber Ortíz Aguilar

Thesis approval date

November, 27 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: Learning; Emotions; Emotional Education; Emotional Intelligence; History; Mathematics; Physical Education

Motivation

A contemporary educational challenge lies in the lack of a systematic approach on students' emotions and its influence in their learning process, this issue has become a significant concern for modern educational systems. The importance of emotional states in the learning process has been widely supported by research demonstrating how emotions affect the motivation, knowledge retention, and academic performance.

The **general objective** of this research is to analyze the influence of emotions on students' learning processes through case studies conducted in different educational areas, with the aim of identifying common emotional patterns and their impact on academic achievement and students' personal development. The experiences were carried out at Unidad Educativa Ciudad de Ariel, Ecuador.

As **specific objectives**:

To analyze the impact of emotional states on learning processes, with special attention to how emotional variations affect the comprehension and knowledge retention in three specific academic areas: History, Mathematics, and Physical Education.

To examine mechanisms for the effective assessment of students' emotions in order to correlate these emotional states with academic performance and learning responses.

To investigate the influence of the type of academic content on the relationship between emotions and learning, by comparing students' emotional and educational responses in History, Mathematics, and Physical Education.

Thesis contributions

This dissertation represents an effort to contribute to the educational field by addressing the complex and

multifaceted interaction between emotions and learning processes. The research adopts an interdisciplinary perspective, examining these dynamics in three distinct academic fields within basic education: History, Mathematics, and Physical Education. Each discipline requires different learning attitudes and methodologies, enabling a meaningful comparative analysis about how emotions influence in the acquisition, processing, and retention of knowledge.

The primary purpose of the research is to examine the impact of emotional states on students' ability to acquire knowledge, with the aim of providing tools that enable educators and educational policymakers to design more effective pedagogical strategies. These strategies should consider not only students' cognitive needs but also their emotional requirements, recognizing the intrinsic connection between both aspects.

Future Research Lines

To future studies should be necessary to address the evolution of emotions and their impact on performance of longitudinal way in relation to multiple school years. This would help to determine more robust trends even predictive patterns of risk considering the emotional perspective.

It is advisable to implement systematic emotional education programs integrated into the curricula of school subjects with higher levels of negative emotional load, such as Mathematics and History. These skills such as self-regulation, empathy, and resilience could be fostered from early years.

Additionally, this study explores how different types of academic content influence on students' emotional responses. For example, although Mathematics often generates anxiety, it can also produce significant

satisfaction when challenges are overcome; History tends to evoke complex moral and social emotions; and Physical Education promotes positive emotions associated with physical competence and cooperation. This interdisciplinary analysis not only enhances the understanding of the relationship between emotions and learning but also provides valuable insights for adapting pedagogical methodologies to the specific characteristics of each discipline.



Televisión Digital Interactiva (TVDI) para reducir las alteraciones de la marcha en adultos mayores

Directora
Dra. María José Abásolo

Codirectora
Dr. Telmo Silva

Fecha de aprobación
3 de diciembre de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: televisión digital interactiva; contenido digital; teleeducación; adulto mayor; ejercicio de rehabilitación; riesgo de caídas; salud; bienestar

Motivación

El envejecimiento poblacional global plantea un desafío creciente para la salud y el bienestar de las personas mayores, con un incremento en la incidencia de enfermedades crónicas y una mayor dependencia funcional. La disminución de la movilidad y el aumento del riesgo de caídas afectan significativamente la autonomía de este grupo, limitando su calidad de vida.

Si bien la rehabilitación geriátrica ha demostrado ser efectiva en la mejora del movimiento y la prevención de caídas, las terapias convencionales suelen ser costosas y de difícil acceso. En este contexto, la televisión digital interactiva (TVDi) surge como una alternativa innovadora para facilitar programas de entrenamiento domiciliarios adaptados a las necesidades individuales de los adultos mayores.

Esta investigación busca explorar el potencial de la TVDi en la rehabilitación geriátrica, optimizando el acceso a entrenamientos personalizados que fomenten la autonomía, reduzcan el riesgo de caídas y mejoren el bienestar integral de las personas mayores en el entorno familiar. En este marco, se define el siguiente objetivo general de la tesis:

Investigar sobre las aplicaciones de TVDi en el campo de la salud y sus posibilidades para personas adultas mayores, y proponer programas implementados por medio de la TVDi con la finalidad de facilitar la rehabilitación funcional de la marcha en adultos mayores, y por ende mejorar la calidad de vida de este grupo.

En particular, este objetivo se abordará a partir de los siguientes objetivos específicos:

1. Explorar experiencias de uso de TIC, y en particular TVDi, en el cuidado de la salud de personas mayores y en particular, identificar soluciones que apunten a mejorar la marcha.
2. Desarrollar una herramienta (aplicación interactiva

March TV “Televisión para la Marcha”) basada en la TVDi para abordar las dificultades en la marcha que experimentan los adultos mayores.

3. Evaluar el impacto del uso de March TV en la mejora de la movilidad y la reducción del riesgo de caídas, en personas mayores de Ecuador.

Aportes de la tesis

Aportes Teóricos

- Se realizó una sistematización de conocimientos sobre la TVDi en el contexto ecuatoriano, estableciendo su potencial en el ámbito de la salud y la rehabilitación de adultos mayores.
- Se aportó una clasificación de ejercicios estructurados para la prevención del riesgo de caídas en función del nivel de riesgo (leve, moderado y grave), facilitando la selección de estrategias adecuadas para cada usuario.
- Se propuso un modelo de intervención basado en TVDi, integrando elementos de accesibilidad digital y gamificación para optimizar la adherencia de los adultos mayores a programas de rehabilitación física.

Aportes Metodológicos

Se diseñó e implementó una metodología estructurada en cinco etapas para la integración de March TV en programas de rehabilitación domiciliaria:

1. Convocatoria y selección de usuarios: Identificación de participantes según criterios clínicos y tecnológicos.
2. Instalación y configuración del sistema: Implementación de March TV a través de Plex Media Server y configuración personalizada para cada usuario.
3. Familiarización con la plataforma: Capacitación de los adultos mayores en el uso del sistema y prueba inicial de navegación.

4. Desarrollo del programa de ejercicios: Implementación de sesiones estructuradas en laboratorio y en el hogar, con seguimiento y ajustes según el progreso del usuario.

5. Evaluación del impacto y aceptación: Aplicación de pruebas funcionales y análisis de la percepción del usuario mediante el SAM y el Modelo TAM.

Aportes Prácticos

- Se desarrolló March TV, un sistema de rehabilitación domiciliar basado en TVDi, facilitando el acceso a programas de ejercicio personalizados sin necesidad de asistencia presencial constante.
- Se evidenció una mejora significativa en la movilidad funcional de los adultos mayores tras la intervención con March TV, demostrando su efectividad como estrategia preventiva para reducir el riesgo de caídas.
- Se documentó la experiencia de implementación del sistema en un entorno real, estableciendo directrices para futuras aplicaciones de TVDi en el ámbito de la rehabilitación geriátrica.

Líneas de I/D futuras

Tecnologías interactivas para la prevención de enfermedades crónicas asociadas al envejecimiento.



Interactive Digital Television (IDTV) to reduce gait disorders in older adults

Advisor

Dra. María José Abásolo

Codirector

Dr. Telmo Silva

Thesis approval date

December, 3 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: interactive digital television; digital content; tele-education; older adults; rehabilitation exercise; fall risk; health; well-being.

Motivation

Global population ageing poses an increasing challenge to health and well-being, with a rise in chronic diseases and greater functional dependency. Reduced mobility and an increased risk of falls significantly affect the autonomy of older adults, limiting their quality of life.

Although geriatric rehabilitation has proven effective in improving movement and preventing falls, conventional therapies are often costly and difficult to access. In this context, Interactive Digital Television (IDTV) emerges as an innovative alternative to facilitate home-based training programmes tailored to the individual needs of older adults.

This research aims to explore the potential of IDTV in geriatric rehabilitation, optimising access to personalised training that fosters autonomy, reduces fall risk, and enhances the overall well-being of older adults within their home environment. Within this framework, the general objective of the thesis is defined as follows:

To investigate the applications of IDTV in the health field and its potential for older adults, proposing programmes implemented through IDTV to facilitate functional gait rehabilitation in older adults and consequently improve their quality of life.

This objective will be addressed through the following specific objectives:

1. Explore experiences in the use of ICT, particularly IDTV, in older adults' healthcare and identify solutions aimed at improving gait.
2. Develop a tool (interactive application March TV – "Television for Gait") based on IDTV to address gait difficulties experienced by older adults.
3. Evaluate the impact of using March TV on improving mobility and reducing fall risk in older adults in Ecuador.

Thesis contributions

Theoretical Contributions

- A systematisation of knowledge on Interactive Digital Television (TVDi) in the Ecuadorian context was conducted, establishing its potential in the field of health and rehabilitation for older adults.
- A classification of structured exercises for fall risk prevention was provided, categorising them according to risk level (mild, moderate, and severe), facilitating the selection of appropriate strategies for each user.
- An intervention model based on TVDi was proposed, integrating digital accessibility elements and gamification to optimise older adults' adherence to physical rehabilitation programmes.

Methodological Contributions

A structured five-stage methodology was designed and implemented for integrating March TV into home rehabilitation programmes:

1. User recruitment and selection: Identification of participants based on clinical and technological criteria.
2. System installation and configuration: Implementation of March TV via Plex Media Server and customised configuration for each user.
3. Platform familiarisation: Training older adults in system usage and conducting an initial navigation test.
4. Exercise programme development: Implementation of structured sessions in the laboratory and at home, with monitoring and adjustments according to user progress.
5. Impact and acceptance evaluation: Application of functional tests and analysis of user perception through the System Usability Scale (SAM) and the Technology Acceptance Model (TAM).

Practical Contributions

- March TV, a home rehabilitation system based on

TVDi, was developed, facilitating access to personalised exercise programmes without requiring constant in-person assistance.

- A significant improvement in functional mobility among older adults following the March TV intervention was demonstrated, confirming its effectiveness as a preventive strategy to reduce fall risk.
- The implementation experience of the system in a real-world setting was documented, establishing guidelines for future applications of TVDi in geriatric rehabilitation.

Future Research Lines

Interactive technologies for the prevention of chronic diseases associated with ageing.



Transhumamismos, experiencias e inteligencia artificial: Articulaciones pedagógicas en ambientes virtuales en la Facultad de Humanidades, UNMDP

Director

Dr. Ramallo Francisco

Codirector

Dr. González Alejandro

Fecha de aprobación

16 de diciembre de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: inteligencia artificial; educación superior; transhumanismo; posthumanismo; ambientes virtuales

Motivación

La presente tesis se desarrolla en el marco de las transformaciones tecnológicas recientes que atraviesan la educación superior, particularmente en relación con la expansión de los ambientes virtuales y el crecimiento acelerado de la inteligencia artificial (IA). Estas transformaciones reconfiguran tanto los procesos pedagógicos como las dinámicas institucionales de gestión académica, generando oportunidades, tensiones y desafíos que requieren abordajes críticos y situados.

La motivación principal de esta investigación surge de la experiencia profesional de la autora como integrante del Área de Asistencia a los Procesos Pedagógicos (APP) de la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), creada en 2021 para acompañar el desarrollo del Campus Virtual. Desde este espacio institucional se identificaron problemáticas recurrentes vinculadas al soporte técnico y administrativo, la comunicación con estudiantes y docentes, y la gestión cotidiana de la plataforma Moodle. Estas demandas se intensifican en momentos críticos del calendario académico, evidenciando la necesidad de analizar la viabilidad de incorporar soluciones basadas en IA que permitan mejorar la eficiencia sin desatender el acompañamiento pedagógico.

En este marco, la tesis articula el análisis institucional con debates transhumanistas y posthumanistas, entendiendo la IA no sólo como herramienta técnica sino como un fenómeno que reconfigura relaciones entre sujetos, tecnologías y prácticas educativas. La investigación asume una perspectiva crítica orientada a evaluar los alcances reales de la IA en contextos universitarios latinoamericanos, atravesados por desigualdades estructurales, heterogeneidad de trayectorias y condiciones diversas de acceso.

El objetivo general de la tesis es analizar, desde perspectivas transhumanistas y posthumanistas, las articulaciones pedagógicas que emergen de la incorporación de IA en los ambientes virtuales de la Facultad de Humanidades de la UNMDP, identificando problemáticas actuales, evaluando modelos predictivos existentes y elaborando propuestas situadas de integración tecnológica. Como objetivos específicos se propone: (1) describir los ambientes virtuales en relación con posibilidades, riesgos y oportunidades de la IA; (2) interpretar las articulaciones pedagógicas configuradas en estos espacios; y (3) generar propuestas de integración basadas en experiencias reales de usuarios del Campus Virtual.

Aportes de la tesis

Los aportes de esta tesis se organizan en tres niveles principales. En primer lugar, se realiza un aporte empírico-institucional a partir del análisis sistemático de comunicaciones reales vinculadas al funcionamiento del Campus Virtual: más de 4.200 correos electrónicos y 130 mensajes internos de Moodle del período 2020-2024. Este relevamiento permite identificar patrones de consulta administrativa, picos de demanda y tipos de problemáticas recurrentes, aportando evidencia concreta sobre necesidades y tensiones en la gestión de ambientes virtuales en educación superior.

En segundo lugar, la tesis ofrece un aporte crítico y técnico mediante la evaluación de modelos predictivos de aprendizaje incluidos en Moodle. Los resultados evidencian limitaciones relevantes en su aplicación al contexto argentino, especialmente por altos índices de falsos positivos y por la falta de incorporación de variables contextuales, lo cual señala riesgos de automatización no situada y posibles efectos de estigmatización.

En tercer lugar, se presenta un aporte aplicado mediante el diseño de un chatbot administrativo entrenado con consultas reales relevadas por el APP. La propuesta busca automatizar respuestas frecuentes para liberar tiempo del equipo técnico-pedagógico y fortalecer instancias de acompañamiento pedagógico personalizado. Finalmente, el trabajo aporta una articulación teórica entre IA educativa y enfoques trans/posthumanistas, contribuyendo a repensar críticamente la incorporación tecnológica en universidades públicas.

Líneas de I/D futuras

Como proyección, se proponen futuras líneas de investigación y desarrollo. Una primera línea se orienta al diseño de modelos predictivos e indicadores alternativos de analítica de aprendizaje adaptados a contextos latinoamericanos, incorporando variables socioeducativas y reduciendo sesgos algorítmicos. Una segunda línea se vincula con la implementación y evaluación longitudinal de chatbots y agentes conversacionales, no sólo en el plano administrativo sino también en procesos de orientación académica y acompañamiento inicial.

Asimismo, se plantea como línea futura la elaboración de marcos normativos institucionales para la gobernanza de datos educativos, la protección de la privacidad y la transparencia algorítmica. Desde un enfoque posthumanista, se propone profundizar el estudio de los efectos subjetivos, pedagógicos y organizacionales de la convivencia cotidiana con IA en ambientes virtuales. Finalmente, se destaca la necesidad de desarrollar programas de formación docente continua en IA con perspectiva crítica, ética y pedagógica, fortaleciendo capacidades institucionales para una integración tecnológica responsable y situada.



Transhumanisms, experiences and artificial intelligence: pedagogical articulations in virtual learning environments at the Faculty of Humanities, UNMdP

Advisor

Dr. Ramallo Francisco

Codirector

Dr. González Alejandro

Thesis approval date

December, 16 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: artificial intelligence; higher education; transhumanism; posthumanism; virtual environments

Motivation

This doctoral thesis is developed within the context of recent technological transformations affecting higher education, particularly the expansion of virtual learning environments and the rapid growth of artificial intelligence (AI). These transformations reshape pedagogical processes as well as institutional management dynamics, generating opportunities, tensions, and challenges that require critical and situated approaches.

The main motivation for this research arises from the author's professional experience as a member of the Pedagogical Process Assistance Area (APP) at the Faculty of Humanities, National University of Mar del Plata (UNMdP), established in 2021 to support the development of the institutional Virtual Campus. From this institutional space, recurring issues were identified related to technical and administrative support, communication with students and faculty, and the daily management of the Moodle platform. These demands intensify during critical academic periods, revealing the need to explore AI-based solutions that may improve efficiency while maintaining meaningful pedagogical support.

Within this framework, the thesis connects institutional analysis with transhumanist and posthumanist debates, understanding AI not only as a technical tool but also as a phenomenon that reconfigures relationships between subjects, technologies, and educational practices. The research adopts a critical perspective aimed at evaluating the real scope of AI in Latin American university contexts, characterized by structural inequalities, heterogeneous student trajectories, and diverse access conditions.

The general objective of this thesis is to analyze, from transhumanist and posthumanist perspectives, the pedagogical articulations emerging from the incorporation of AI into the virtual learning environments of the Faculty of Humanities at UNMdP, identifying current challenges, evaluating existing predictive models, and developing situated proposals for technological integration. The specific objectives are: (1) to describe the virtual environments in terms of AI possibilities, risks, and opportunities; (2) to interpret pedagogical articulations configured within these spaces; and (3) to generate integration proposals based on real user experiences in the Virtual Campus.

Thesis contributions

Future research and development lines are proposed based on the findings. A first line involves the design of predictive models and alternative learning analytics indicators adapted to Latin American contexts, incorporating socio-educational variables and reducing algorithmic bias. A second line focuses on the implementation and longitudinal evaluation of chatbots and conversational agents, not only for administrative tasks but also for academic guidance and student support processes. Another key line concerns the development of institutional normative frameworks for educational data governance, privacy protection, and algorithmic transparency. From a posthumanist approach, future work may deepen the analysis of subjective, pedagogical, and organizational transformations produced by everyday interaction with

AI in virtual environments. Finally, the thesis highlights the need for continuous faculty training programs in AI from a critical, ethical, and pedagogical perspective, strengthening institutional capacities for responsible and situated technological integration.

Future Research Lines

Future research and development lines are proposed based on the findings. A first line involves the design of predictive models and alternative learning analytics indicators adapted to Latin American contexts, incorporating socio-educational variables and reducing algorithmic bias. A second line focuses on the implementation and longitudinal evaluation of chatbots and conversational agents, not only for administrative tasks but also for academic guidance and student support processes.

Another key line concerns the development of institutional normative frameworks for educational data governance, privacy protection, and algorithmic transparency. From a posthumanist approach, future work may deepen the analysis of subjective, pedagogical, and organizational transformations produced by everyday interaction with AI in virtual environments. Finally, the thesis highlights the need for continuous faculty training programs in AI from a critical, ethical, and pedagogical perspective, strengthening institutional capacities for responsible and situated technological integration.

02

MAESTRÍAS

INGENIERÍA DE SOFTWARE

INTELIGENCIA DE DATOS
ORIENTADA A BIG DATA

REDES DE DATOS



Selección de estrategias de gestión de proyectos ágiles en función de los factores de complejidad técnicos y ambientales

Director

Dr. Leandro Antonelli

Asesor Científico

Dr. Alistair Cockburn

Fecha de aprobación

16 de abril de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: gestión de proyectos; gestión de la complejidad; metodologías ágiles; agilidad agnóstica; marco cynefin

Motivación

Si bien la aparición del Manifiesto Ágil provocó un cambio sustancial en la forma en la que se desarrolla software, la evidencia actual de los éxitos y los fracasos en los proyectos de desarrollo de software indican que todavía hay mucho espacio para la mejora. Hay numerosos factores que inciden en el no aprovechamiento de los beneficios de la agilidad, que van desde la falta de consenso acerca de lo que ella es hasta la implementación equivocada de sus estrategias, técnicas y herramientas por no analizar adecuadamente las exigencias del contexto.

El **objetivo general** de esta tesis es:

Ofrecer una guía para la selección de las estrategias, técnicas y herramientas más adecuadas para la gestión ágil de proyectos, en función de la naturaleza de la realidad a enfrentar, de los factores técnicos y ambientales que inciden en su complejidad y de los niveles de la organización que se vean alcanzados.

Los **objetivos específicos** son:

- Seleccionar los factores más representativos para describir la complejidad de un proyecto.
- Emplear el marco Cynefin para describir la complejidad de un proyecto y para categorizar las estrategias, técnicas y herramientas de gestión en función de esa complejidad.
- Brindar orientaciones sobre las adaptaciones que deben realizarse en la gestión de un proyecto a causa de los cambios producidos en la realidad, a partir de las dinámicas que describe el marco Cynefin.
- Agregar las variantes en la gestión de un proyecto según el alcance a nivel de organización (proyecto, programa, portafolio de proyectos) y del foco de interés del proyecto (producto, calidad, equipo, etc.).

Aportes de la tesis

Ofrecer criterios para la identificación de la complejidad de los proyectos, a partir de los factores de la triple restricción y otros factores de complejidad técnicos y ambientales

reconocidos en la industria, que permitan ubicarlos en los contextos del marco Cynefin y, a partir de esta caracterización, proponer las estrategias, técnicas y herramientas más convenientes para gestionarlos adecuadamente con un enfoque ágil.

Líneas de I/D futuras

- Nuevos elementos para enriquecer la guía, que surjan de su empleo en proyecto reales.
- La investigación para obtener nuevas y mejores opiniones de más autores sobre los factores que inciden en la complejidad de los proyectos y sobre los enfoques, herramientas y técnicas que pueden utilizarse para gestionar los proyectos según su complejidad.
- Un estudio profundizado del marco Cynefin y sus dinámicas.
- La automatización de la guía y sus recomendaciones.



Selection of Agile Project Management Strategies Based on Technical and Environmental Complexity Factors

Advisor

Dr. Leandro Antonelli

Scientist Consultant

Dr. Alistair Cockburn

Thesis approval date

April, 16 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: project management; complexity management; agile methodologies; agnostic agility; cynefin framework

Motivation

Although the emergence of the Agile Manifesto brought about a substantial shift in software development practices, current evidence regarding the success and failure of software development projects suggests that significant room for improvement remains. Numerous factors hinder the effective adoption of agility, ranging from the lack of consensus about its true meaning to the misapplication of strategies, techniques, and tools due to insufficient contextual analysis.

The **general objective** of this thesis is:

To provide a guide for selecting the most appropriate strategies, techniques, and tools for agile project management, based on the nature of the reality being faced, the technical and environmental factors that influence project complexity, and the levels of the organization involved.

The **specific objectives** are:

- To identify the most representative factors for describing project complexity.
- To use the Cynefin framework to describe project complexity and to categorize management strategies, techniques, and tools according to that complexity.
- To provide guidance on the adaptations required in project management in response to changes in reality, based on the dynamics described by the Cynefin framework.
- To incorporate variations in project management based on the organizational level involved (project, program, portfolio) and the project's focus (product, quality, team, etc.).

Thesis contributions

To provide criteria for identifying project complexity based on the triple constraint and other technical and environmental complexity factors recognized in the industry. These criteria enable classification within the Cynefin framework contexts and based on this characterization, support the selection of the most appropriate agile strategies, techniques, and tools for effective project management.

Future Research Lines

- Enriching the guide with new elements derived from its application in real projects.
- Further research to gather broader expert opinions on the factors influencing project complexity and, on the approaches, tools, and techniques suited for managing projects according to their complexity.
- A deeper study of the Cynefin framework and its dynamics.
- Automation of the guide and its recommendations.



Recomendaciones para juegos serios basadas en analíticas de aprendizaje

Directora
Dra. Stella Maris Massa

Codirector
Dr. Andrés Rodríguez

Fecha de aprobación
18 de julio de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: juego serio; analítica de aprendizaje; sistema adaptativo; lógica difusa; modelo de proceso de desarrollo para serious game; rúbrica de aprendizaje; recomendaciones; retroalimentación

Motivación

Las Analíticas de Aprendizaje en Juegos Serios (Serious Games, SG) constituyen una herramienta clave para obtener información sobre las competencias que el jugador demuestra durante su interacción. No obstante, por sí solas, estas métricas no alcanzan para automatizar de forma integral el proceso de enseñanza-aprendizaje. Surge entonces la necesidad de dotar a los SG de sistemas adaptativos que, a partir de los datos recolectados, sean capaces de ofrecer recomendaciones personalizadas y retroalimentación inmediata. De esta manera, cada sesión de juego no solo constituye una experiencia lúdica, sino también un espacio de aprendizaje guiado que contribuye a acercar al estudiante al estado de conocimiento deseado. El objetivo general de la investigación es construir un marco teórico-práctico que permita incorporar dichas recomendaciones en un SG, apoyándose en las métricas del desempeño obtenidas mediante las Analíticas de Aprendizaje. Entre los objetivos específicos se destacan: (1) diseñar e implementar un sistema adaptativo capaz de utilizar Inteligencia Artificial para generar recomendaciones basadas en datos, y (2) realizar un trabajo de campo que permita analizar la viabilidad y posibilidades de integración de este proceso en un juego concreto.

Aportes de la tesis

En cuanto al diseño e implementación, la tesis presenta un mecanismo adaptativo que utiliza lógica difusa para evaluar el desempeño del jugador y generar recomendaciones ajustadas a sus necesidades. Este mecanismo se integra al Modelo de Proceso de Desarrollo de Juegos Serios (MPDSG), aportando flexibilidad al juego mediante la posibilidad de adaptar los escenarios y la dificultad de los

desafíos según las competencias demostradas en sesiones anteriores. La Rúbrica de Aprendizaje se emplea como base del proceso evaluativo automatizado, ya que permite formalizar criterios de evaluación académicos y transferirlos al sistema informático. De esta manera, se logra un puente entre las áreas educativa y tecnológica, asegurando que la evaluación responda a objetivos pedagógicos claros. El empleo de lógica difusa resulta fundamental, dado que posibilita gestionar la imprecisión inherente a la valoración de competencias, ofreciendo un modelo más flexible y cercano a los procesos reales de enseñanza que los métodos tradicionales. El sistema diseñado presenta una arquitectura modular que facilita su integración con el SG original, requiriendo mínimas modificaciones en el código fuente y preservando la jugabilidad. El feedback al estudiante se materializa en la reconfiguración de la siguiente sesión de juego, generando un entorno de aprendizaje dinámico y progresivo. En el trabajo de campo se desarrolló un sistema complementario al SG Power Down the Zombies, que permitió evaluar el desempeño en cada sesión, almacenar datos en un servidor y generar recomendaciones para configurar automáticamente la sesión siguiente. Se incorporaron, además, módulos de gestión docente que permiten administrar jugadores, escenarios y recomendaciones, completando un sistema integral de apoyo a la enseñanza. La implementación se concretó en un prototipo local que valida la factibilidad de la propuesta y sienta las bases para futuras ampliaciones.

Líneas de I/D futuras

El desarrollo realizado abre distintas posibilidades de investigación y desarrollo futuro. Una de las líneas más

importantes consiste en llevar a cabo pruebas de campo con docentes y estudiantes, lo que permitirá validar los aportes no solo desde el punto de vista técnico, sino también educativo y de experiencia de usuario. De este modo, se podrá analizar cómo el sistema incide en el aprendizaje real de los estudiantes. Otra línea de trabajo radica en automatizar aún más la configuración de escenarios mediante lógica difusa, eliminando la necesidad de que los docentes predefinan las condiciones iniciales. Este avance permitiría generar recomendaciones más detalladas y ajustadas a cada caso particular, potenciando la personalización del proceso de enseñanza. Desde el punto de vista tecnológico, se proyecta la evolución del prototipo standalone hacia una solución distribuida y escalable. Para ello, se propone implementar un Servidor de Servicios basado en Spring Boot, encargado de gestionar los datos y proveer servicios tanto al juego como al sistema de gestión docente. Asimismo, se plantea el desarrollo de un sitio web como frontend que facilite el acceso al sistema por parte de los docentes, permitiéndoles gestionar jugadores, escenarios y recomendaciones desde cualquier lugar y dispositivo. Esta arquitectura favorecería la usabilidad, la escalabilidad y la inserción del sistema en entornos educativos reales.



Recommendations for Serious Games Based on Learning Analytics

Advisor

Dra. Stella Maris Massa

Codirector

Dr. Andrés Rodríguez

Thesis approval date

July, 18 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: serious game; learning analytics; adaptive system; fuzzy logic; development process model for serious games; learning rubric; recommendations; feedback

Motivation

Learning Analytics in Serious Games (SG) are a key instrument for capturing information about the competencies a player demonstrates during interaction. Nevertheless, these metrics alone are insufficient to fully automate the teaching-learning process. Hence the need to equip SGs with adaptive systems that, based on the data collected, can deliver personalized recommendations and immediate feedback. In this way, each game session becomes not only a ludic experience but also a guided learning space that helps the student approach the desired knowledge state.

The general objective of this research is to build a theoretical-practical framework that enables the incorporation of such recommendations into an SG, drawing on performance metrics obtained through Learning Analytics. The specific objectives are: (1) to design and implement an adaptive system capable of using Artificial Intelligence to generate data-driven recommendations; and (2) to conduct a field study that analyzes the feasibility and integration possibilities of this process in a concrete game.

Thesis contributions

Regarding design and implementation, the thesis presents an adaptive mechanism that uses Fuzzy Logic to evaluate player performance and generate recommendations tailored to their needs. This mechanism is integrated into the Development Process Model for Serious Games (MPDSCG), providing flexibility by enabling the adaptation of scenarios and challenge difficulty according to competencies demonstrated in previous sessions. A Learning Rubric is employed as the basis of the automated

evaluation process, formalizing academic assessment criteria and transferring them to the software system. In this way, a

bridge is built between educational and technological domains, ensuring that evaluation aligns with clear pedagogical objectives. The use of Fuzzy Logic is essential, as it enables the management of the inherent imprecision in competence assessment, offering a model that is more flexible and closer to real teaching processes than traditional methods.

The designed system adopts a modular architecture that facilitates integration with the original SG, requiring minimal changes to the source code and preserving playability. Student feedback materializes through the reconfiguration of the next game session, thus creating a dynamic, progressive learning environment.

In the field study, a complementary system was developed for the SG Power Down the Zombies, enabling the evaluation of each session, storing data on a server, and generating recommendations to automatically configure the following session. Teacher-facing management modules were also incorporated for administering players, scenarios, and recommendations, completing an integral support system for teaching. The implementation was carried out as a local prototype that validates the feasibility of the proposal and lays the groundwork for future expansions.

Future Research Lines

The work undertaken opens various research and development possibilities. One of the most important lines consists of conducting field trials with teachers and

students to validate the contributions not only from a technical standpoint but also in terms of pedagogy and user experience. This will make it possible to analyze how the system impacts students' actual learning.

Another line of work focuses on further automating scenario configuration through Fuzzy Logic, removing the need for teachers to predefine initial conditions. This advance would enable more detailed and case-specific recommendations, strengthening the personalization of the teaching process.

From a technological perspective, the evolution of the standalone prototype toward a distributed and scalable solution is envisioned. To that end, a Service Server based on Spring Boot is proposed to manage data and provide services both to the game and to the teacher management system. In parallel, a web front-end would facilitate teacher access to the system, enabling the management of players, scenarios, and recommendations from any device. This architecture would foster usability, scalability, and the adoption of the system in real educational settings.



Definición de una gramática para el Léxico Extendido del Lenguaje

Director

Dr. Leandro Antonelli

Codirector

Mg. Pablo Thomas

Fecha de aprobación

15 de diciembre de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: léxico extendido del lenguaje; ingeniería de requisitos; gramáticas formales; ebnf; modelado de dominio; procesamiento de lenguaje natural; especificación de requisitos; ingeniería de software

Motivación

El Léxico Extendido del Lenguaje (LEL) es una técnica ampliamente utilizada en ingeniería de requisitos para capturar el vocabulario relevante de un dominio de aplicación mediante la definición de símbolos compuestos por denominación, noción e impacto. Esta técnica permite mejorar la comunicación entre los distintos actores involucrados en el desarrollo de sistemas y facilita la comprensión del dominio del problema.

Sin embargo, una de las limitaciones observadas en la literatura es la falta de una especificación formal que permita validar de manera sistemática la correcta estructura de los símbolos del LEL. En muchos casos, la definición de los símbolos depende exclusivamente del criterio del analista, lo que puede generar inconsistencias, ambigüedades o variaciones en la forma de redactarlos.

En este contexto, la presente tesis tiene como objetivo principal proponer una gramática formal para la definición de símbolos del Léxico Extendido del Lenguaje, utilizando la notación EBNF (Extended Backus-Naur Form). Esta gramática busca establecer reglas claras y explícitas que permitan estructurar de manera uniforme la definición de los distintos tipos de símbolos del LEL.

Además, la propuesta pretende facilitar la validación automática de los símbolos definidos por analistas o usuarios, permitiendo detectar inconsistencias estructurales y promoviendo una mayor calidad en la construcción del léxico del dominio. De esta manera, se contribuye a fortalecer el uso del LEL como herramienta en el proceso de ingeniería de requisitos.

Aportes de la tesis

El principal aporte de esta tesis consiste en la definición de una gramática formal basada en EBNF para la especificación de símbolos del Léxico Extendido del Lenguaje. Esta

propuesta permite formalizar la estructura textual de los elementos que componen el LEL, proporcionando un marco de referencia claro para su construcción y validación.

A partir de esta gramática se definen reglas específicas para los distintos tipos de símbolos del LEL, tales como sujetos, objetos, verbos y estados, estableciendo patrones estructurales que guían la redacción de las nociones e impactos asociados a cada símbolo.

Otro aporte relevante es la posibilidad de utilizar esta gramática como base para herramientas de validación automática. En este trabajo se explora el uso de tecnologías de procesamiento de lenguaje natural y modelos de lenguaje para verificar si los símbolos redactados por los usuarios cumplen con las reglas definidas por la gramática propuesta.

Asimismo, la propuesta fue aplicada en distintos casos de estudio, lo que permitió evaluar su utilidad práctica y analizar su impacto en la mejora de la consistencia y claridad en la definición del léxico del dominio.

En conjunto, estos aportes contribuyen a fortalecer la formalización del LEL dentro del proceso de ingeniería de requisitos y abren nuevas posibilidades para su integración con herramientas automáticas de apoyo al análisis de requisitos.

Líneas de I/D futuras

A partir de los resultados obtenidos en esta tesis se identifican diversas líneas de investigación y desarrollo futuras. Una primera línea consiste en profundizar el desarrollo de herramientas automáticas que utilicen la gramática propuesta para asistir a los analistas en la construcción y validación de símbolos del LEL. Estas herramientas podrían integrarse en entornos de modelado de requisitos o plataformas colaborativas de ingeniería de software.

Otra línea de trabajo posible es la ampliación de la gramática propuesta para cubrir variaciones más complejas del lenguaje natural, permitiendo una mayor flexibilidad en la redacción de los símbolos sin perder la capacidad de validación estructural.

También resulta de interés explorar la integración de esta propuesta con técnicas de procesamiento de lenguaje natural y modelos de inteligencia artificial que permitan asistir en la generación automática de símbolos del LEL a partir de descripciones textuales del dominio.

Finalmente, futuras investigaciones podrían evaluar la aplicación de la gramática propuesta en proyectos de desarrollo de software de mayor escala, con el objetivo de analizar su impacto en la calidad de los requisitos y en la comunicación entre los distintos actores del proceso de desarrollo.



Definition of a Grammar for the Extended Language Lexicon (LEL)

Advisor

Dr. Leandro Antonelli

Codirector

Mg. Pablo Thomas

Thesis approval date

December, 15 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: extended language lexicon; requirements engineering; formal grammars; ebnf; domain modeling; natural language processing; requirements specification; software engineering

Motivation

The Extended Language Lexicon (LEL) is a widely used technique in Requirements Engineering for capturing the relevant vocabulary of an application domain. It defines domain symbols using three main components: denomination, notion, and behavioral response (impact). This technique helps improve communication among stakeholders and supports a better understanding of the problem domain during the early stages of software development.

Despite its usefulness, one limitation identified in the literature is the lack of a formal specification that allows analysts to systematically validate the structure of LEL symbols. In many cases, the definition of these symbols relies heavily on the analyst's interpretation, which may lead to inconsistencies, ambiguities, or variations in how symbols are written.

In this context, the main objective of this thesis is to propose a formal grammar for defining symbols of the Extended Language Lexicon using the Extended Backus-Naur Form (EBNF). The proposed grammar establishes explicit syntactic rules that provide a structured way to describe the different types of LEL symbols.

The proposal aims to support the validation of LEL definitions and reduce inconsistencies in the construction of the domain vocabulary. By introducing a formal grammar, the thesis seeks to contribute to the standardization of LEL symbol definitions and to improve their quality and consistency.

Additionally, the work explores the possibility of supporting the validation process through automated tools capable of checking whether LEL definitions comply with the grammar rules. This approach opens new opportunities

for integrating formal validation mechanisms into requirements engineering practices.

Thesis contributions

The main contribution of this thesis is the definition of a formal grammar, expressed using EBNF notation, for specifying symbols in the Extended Language Lexicon. This grammar formalizes the textual structure of LEL elements and provides a clear framework for constructing and validating domain vocabulary definitions.

The proposed grammar introduces structural rules for the different types of LEL symbols, including subjects, objects, verbs, and states. These rules define patterns that guide the construction of the notion and behavioral response sections associated with each symbol.

Another contribution of the thesis is the exploration of how the proposed grammar can support automated validation mechanisms. By defining explicit syntactic rules, it becomes possible to verify whether LEL definitions written by analysts or domain experts comply with the grammar.

The work also investigates the potential integration of the grammar with modern language technologies and large language models to assist analysts in validating or improving LEL symbol definitions.

Finally, the proposal was applied to case studies in order to evaluate its practical applicability and to analyze its usefulness in improving consistency and clarity when defining domain vocabulary.

Overall, the contributions of this thesis strengthen the formalization of the Extended Language Lexicon within Requirements

Engineering and provide a foundation for future research and tool support in this area.

Future Research Lines

Several future research directions arise from the results of this thesis.

One possible direction is the development of software tools that implement the proposed grammar and assist analysts during the creation and validation of LEL symbols. Such tools could be integrated into requirements engineering environments or collaborative modeling platforms.

Another research direction involves extending the grammar to support more complex linguistic structures while maintaining the ability to validate symbol definitions automatically.

Further work could also explore deeper integration with Natural Language Processing techniques and artificial intelligence models that could assist analysts in generating or improving LEL symbols based on textual descriptions of a domain.

Finally, additional empirical studies could be conducted in larger software development projects to evaluate the impact of the proposed grammar on the quality of requirements specifications and on stakeholder communication during requirements elicitation.



Proceso de validación de requerimientos aplicando técnicas de procesamiento de lenguaje natural en un entorno colaborativo. Un enfoque práctico

Director

Dr. Leandro Antonelli

Codirector

Mg. Pablo Thomas

Fecha de aprobación

22 de diciembre de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: validación de requerimientos; proceso colaborativo; procesamiento de lenguaje natural; ingeniería de requerimientos; ingeniería de software

Motivación

La validación de requerimientos se ha convertido en un desafío crítico para equipos de desarrollo, clientes y usuarios finales, debido a diversos factores que afectan la colaboración y el entendimiento mutuo. Entre las causas principales las barreras de comunicación dificultan la expresión clara de las necesidades del cliente, los problemas de control en el manejo de cambios y la documentación de requerimientos, y las diferencias en los niveles de conocimiento técnico entre stakeholders, que limitan el intercambio efectivo de información. Estos desafíos resaltan la importancia de estrategias de comunicación inclusivas y de gestión de cambios eficaces para reducir riesgos y mejorar la calidad del producto final.

Para la elaboración de este trabajo, se realizaron estudios sobre la validación de requerimientos con procesamiento de lenguaje natural (PLN) y los entornos colaborativos. A partir de los resultados obtenidos y publicados se comprobó que las técnicas de validación están estrechamente relacionadas con las características de los requerimientos en el contexto de diferentes dominios de aplicación. En muchos casos, la validación es subjetiva, lo que significa que los umbrales de errores de las características de los requerimientos pueden ser demasiado limitados. En consecuencia, la selección de una técnica de validación depende de la naturaleza del problema, la experiencia de las partes interesadas y la disponibilidad de herramientas. Además, la mayoría de las técnicas de PLN aplicadas en la validación de requerimientos se enfocan en el análisis semántico, interpretando el significado contextual de las palabras para garantizar la coherencia y claridad de los requerimientos. Estas técnicas se utilizan para verificar la propiedad de correctitud, identificando patrones y estructuras específicas en la especificación de requerimientos. De este modo, permiten detectar errores o inconsisten-

cias en una etapa temprana del desarrollo del software, lo cual facilita su corrección antes de comprometer recursos en el desarrollo. La aplicación de PNL en esta fase inicial ayuda a reducir riesgos de malinterpretación y mejora la precisión de los requerimientos, lo cual es crucial para el éxito de los proyectos en distintos dominios.

El análisis de diferentes entornos colaborativos muestra que se utilizan herramientas sincrónicas y asincrónicas para facilitar la comunicación, construcción de consenso y generación de alternativas en el proceso de colaboración. Estas herramientas no solo satisfacen las necesidades de los grupos de trabajo, sino que también ayudan a mejorar la calidad del software. Al optimizar la comunicación y colaboración, se reducen los malentendidos y omisiones en los requerimientos, lo que contribuye a minimizar errores en las etapas tempranas del desarrollo.

Realizadas las consideraciones anteriores, se identificó la oportunidad de crear un proceso de validación de requerimientos basado en un entorno colaborativo que permita a equipos enfocados en requerimientos trabajar de manera integrada.

Aportes de la tesis

El presente trabajo aborda el proceso de validación de requerimientos en entornos colaborativos, haciendo un análisis exhaustivo de los avances en el campo del procesamiento de lenguaje natural aplicados a este contexto. La investigación se fundamenta en una revisión de trabajos en tres áreas principales, validación de requerimientos, técnicas de procesamiento de lenguaje natural y entornos colaborativos.

En primer lugar, se revisa la evolución de la validación de requerimientos, un proceso esencial para garantizar la alineación entre las expectativas de los stakeholders y

el producto de software final. Los estudios muestran en términos de resultados y limitaciones, los conflictos en el proceso de validación que generan grandes retos a futuro. El trabajo documenta cómo los enfoques han abordado los problemas en la validación permitiendo identificar brechas en el conocimiento actual.

En segundo lugar, se estudia el uso del procesamiento de lenguaje natural en el contexto de la validación de requerimientos, destacando cómo la tecnología de procesamiento de texto y extracción de información puede transformar la comprensión de los requerimientos. Los estudios exploran técnicas y librerías de procesamiento de lenguaje natural, como la extracción de entidades nombradas y el análisis de relaciones, que ayudan a identificar automáticamente acciones, objetos y atributos en los textos de requerimientos.

Finalmente, se examina el papel de los entornos colaborativos en la gestión de requerimientos, enfatizando cómo los avances en plataformas colaborativas han influido en la integración de equipos multidisciplinarios en el proceso de validación. Los estudios analizan enfoques que muestran los desafíos en los entornos, como la disparidad en el conocimiento técnico y los problemas de comunicación, que afectan la coordinación y generan conflictos de interpretación y objetivos.

Para concluir, este trabajo está basado en cada uno de los campos mencionados para desarrollar un proceso de validación colaborativo, denominado ValReCo, fundado por diversas publicaciones que constituyen el estado del arte del presente trabajo.

Líneas de I/D futuras

A partir de los resultados obtenidos y las limitaciones observadas durante la aplicación del proceso ValReCo, se identifican diversas líneas de trabajo futuro orientadas a fortalecer su alcance, escalabilidad y aplicabilidad en distintos contextos de ingeniería de requerimientos.

En primer lugar, se propone profundizar en la automatización del proceso, mediante el desarrollo de herramientas que integren la identificación de dependencias, la asignación de stakeholders y la formación de los ECR. La incorporación de módulos visuales e interactivos permitiría representar dinámicamente las redes de trazabilidad, facilitando la detección temprana de inconsistencias y la evaluación del impacto ante posibles cambios.

En segundo lugar, se plantea la necesidad de optimizar los mecanismos de consenso, explorando enfoques basados en análisis multicriterio o técnicas de inteligencia artificial que permitan modelar y reducir la dispersión de opiniones entre los participantes. Esto contribuiría a agilizar las decisiones colectivas y a robustecer los acuerdos alcanzados durante las etapas de validación.

Asimismo, resulta pertinente ampliar la experimentación del proceso en diferentes dominios de aplicación, evaluando su desempeño en sistemas de mayor complejidad o en contextos interdisciplinarios. Ello permitiría analizar su adaptabilidad y generalización, identificando ajustes metodológicos según el tipo de sistema o la composición del equipo de validación.

Finalmente, se sugiere integrar el proceso ValReCo enfoques de gestión del conocimiento, con el fin de promover la mejora continua y la reutilización de experiencias validadas. Esta articulación favorecería la creación de repositorios de requerimientos y patrones de validación, potenciando el aprendizaje organizacional y la calidad de los modelos resultantes.

En conclusión, estas líneas de trabajo abren oportunidades para evolucionar el proceso ValReCo hacia un entorno más automatizado, colaborativo y adaptativo, capaz de responder a las demandas crecientes de calidad y consistencia en la ingeniería de requerimientos.



Requirements validation process applying natural language processing techniques in a collaborative environment. A practical approach

Advisor

Dr. Leandro Antonelli

Codirector

Mg. Pablo Thomas

Thesis approval date

December, 22 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: requirements validation; collaborative process; natural language processing; requirements engineering; software engineering

Motivation

Requirements validation has become a critical challenge for development teams, customers, and end users due to various factors that affect collaboration and mutual understanding. Among the main causes are communication barriers that hinder the clear expression of customer needs, control problems in change management and requirements documentation, and differences in technical knowledge levels among stakeholders, which limit the effective exchange of information. These challenges highlight the importance of inclusive communication strategies and effective change management to reduce risks and improve the quality of the final product.

To prepare this paper, studies were conducted on the validation of requirements using natural language processing (NLP) and collaborative environments. Based on the results obtained and published, it was found that validation techniques are closely related to the characteristics of requirements in the context of different application domains. In many cases, validation is subjective, which means that the error thresholds for requirement characteristics may be too limited. Consequently, the selection of a validation technique depends on the nature of the problem, the experience of the stakeholders, and the availability of tools.

In addition, most NLP techniques applied in requirements validation focus on semantic analysis, interpreting the contextual meaning of words to ensure the consistency and clarity of requirements. These techniques are used to verify correctness, identifying specific patterns and structures in the requirements specification. In this way, they allow errors or inconsistencies to be detected at an early stage of software development, facilitating their correction before committing resources to development.

The application of NLP in this initial phase helps reduce the risk of misinterpretation and improves the accuracy of requirements, which is crucial for the success of projects in different domains.

Analysis of different collaborative environments shows that synchronous and asynchronous tools are used to facilitate communication, consensus building, and the generation of alternatives in the collaboration process. These tools not only meet the needs of working groups, but also help improve software quality. By optimizing communication and collaboration, misunderstandings and omissions in requirements are reduced, which helps minimize errors in the early stages of development.

Given the above considerations, an opportunity was identified to create a requirements validation process based on a collaborative environment that allows teams focused on requirements to work in an integrated manner.

Thesis contributions

This thesis addresses the process of requirements validation in collaborative environments, providing an exhaustive analysis of advances in the field of natural language processing applied to this context. The research is based on a review of work in three main areas: requirements validation, natural language processing techniques, and collaborative environments.

First, it reviews the evolution of requirements validation, an essential process for ensuring alignment between stakeholder expectations and the final software product. Studies show, in terms of results and limitations, the conflicts in the validation process that pose major challenges for the future. The work documents how approaches have addressed problems in validation,

allowing gaps in current knowledge to be identified.

Secondly, the use of natural language processing in the context of requirements validation is studied, highlighting how text processing and information extraction technology can transform the understanding of requirements. The studies explore natural language processing techniques and libraries, such as named entity extraction and relationship analysis, which help to automatically identify actions, objects, and attributes in requirements texts.

Finally, the role of collaborative environments in requirements management is examined, emphasizing how advances in collaborative platforms have influenced the integration of multidisciplinary teams in the validation process. The studies analyze approaches that highlight challenges in these environments, such as disparities in technical knowledge and communication problems, which affect coordination and generate conflicts of interpretation and objectives.

In conclusion, this work is based on each of the fields mentioned to develop a collaborative validation process, called ValReCo, founded on various publications that constitute the state of the art of the present work.

Future Research Lines

Based on the results obtained and the limitations observed during the application of the ValReCo process, several lines of future work have been identified aimed at strengthening its scope, scalability, and applicability in different requirements engineering contexts.

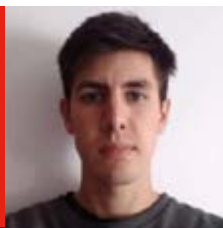
First, it is proposed to further automate the process by developing tools that integrate dependency identification, stakeholder assignment, and ECR formation. The incorporation of visual and interactive modules would allow for the dynamic representation of traceability networks, facilitating the early detection of inconsistencies and the assessment of the impact of possible changes.

Second, there is a need to optimize consensus mechanisms by exploring approaches based on multi-criteria analysis or artificial intelligence techniques that allow for modeling and reducing the dispersion of opinions among participants. This would help streamline collective decisions and strengthen the agreements reached during the validation stages.

It is also relevant to expand experimentation with the process in different areas of application, evaluating its performance in more complex systems or in interdisciplinary contexts. This would allow for analysis of its adaptability and generalizability, identifying methodological adjustments according to the type of system or the composition of the validation team.

Finally, it is suggested that the ValReCo process be

integrated with knowledge management approaches in order to promote continuous improvement and the reuse of validated experiences. This coordination would favor the creation of repositories of requirements and validation patterns, enhancing organizational learning and the quality of the resulting models.



Desarrollo de recursos y modelos para la traducción de Lengua de Señas Argentina

Directores

Dr. Franco Ronchetti

Dr. Facundo Quiroga

Fecha de aprobación

12 de junio de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: modelos de reconocimiento de objetos; posicionamiento por objetos; posicionamiento indoor; co-diseño y co-testeo; aplicaciones móviles sensibles al contexto.

Motivación

La motivación principal de esta tesis surge de la necesidad de desarrollar tecnologías inclusivas que faciliten la comunicación entre personas sordas y oyentes, particularmente en el contexto de la Lengua de Señas Argentina (LSA), donde existen escasos recursos digitales y lingüísticos. El objetivo general es diseñar y evaluar modelos de Deep Learning para el reconocimiento y traducción automática de LSA al castellano. Entre los objetivos específicos se incluyen: la creación y validación de bases de datos robustas, el diseño de arquitecturas gloss-free adaptadas a escenarios de bajos recursos, y la generación de herramientas que vinculen la investigación con la comunidad usuaria de la LSA.

- Incorporación de técnicas de aumentación de datos para enriquecer los corpus existentes.
- Desarrollo de modelos de traducción multimodal, que integren información de video, pose y expresiones faciales.
- Profundización en interpretabilidad y explicabilidad para garantizar la confiabilidad en escenarios de uso real.
- Extensión de las herramientas desarrolladas hacia aplicaciones prácticas en educación y accesibilidad digital.

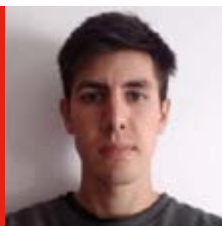
Aportes de la tesis

La tesis contribuye con:

- La construcción del corpus LSA-T, primer recurso continuo de LSA para traducción automática.
- El desarrollo de la plataforma Seni.ar, integrando la participación de la comunidad sorda en la curación de datos.
- La propuesta de modelos gloss-free para LSA, estableciendo baselines en un idioma sin recursos previos de este tipo.
- El diseño de SignAttention, una arquitectura orientada a la interpretabilidad de modelos de traducción de señas.
- La implementación de la librería slt_datasets, que estandariza y facilita el acceso a múltiples corpus internacionales de lenguas de señas.

Líneas de I/D futuras

- Estrategias de preentrenamiento multilingüe y fine-tuning para mejorar el desempeño en lenguas de señas con pocos recursos.



Development of Resources and Models for the Translation of Argentine Sign Language

Advisors

Dr. Franco Ronchetti
Dr. Facundo Quiroga

Thesis approval date

June, 22 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: argentine sign language; automatic translation; deep learning; gesture recognition; gloss-free models; interpretability; datasets

Motivation

The main motivation of this thesis lies in the need to develop inclusive technologies that facilitate communication between deaf and hearing people, particularly in the context of Argentine Sign Language (LSA), where digital and linguistic resources are scarce. The general objective is to design and evaluate Deep Learning models for the recognition and automatic translation of LSA into Spanish. Specific objectives include: the creation and validation of robust datasets, the design of gloss-free architectures adapted to low-resource scenarios, and the development of tools that directly link research with the LSA user community.

Thesis contributions

This thesis contributes with:

- The construction of the LSA-T corpus, the first continuous LSA resource for automatic translation.
- The development of the Seni.ar platform, integrating the participation of the deaf community in data curation.
- The proposal of gloss-free models for LSA, establishing baselines in a language without prior resources of this kind.
- The design of SignAttention, an architecture focused on the interpretability of sign translation models.
- The implementation of the `slt_datasets` library, which standardizes and facilitates access to multiple international sign language corpora.

Future Research Lines

- Multilingual pretraining and fine-tuning strategies to improve performance in low-resource sign languages.
- Incorporation of data augmentation techniques to enrich existing corpora.
- Development of multimodal translation models, integrating video, pose, and facial expression information.
- Deeper focus on interpretability and explainability to ensure reliability in real-world scenarios.
- Extension of the developed tools towards practical applications in education and digital accessibility.



Modelado estadístico y emi-empírico para la estimación de la radiación solar horizontal utilizando técnicas de Machine Learning e imágenes de satélite

Director

Dr. Rodrigo Alonso Suárez

Codirector

Dr. Franco Ronchetti

Fecha de aprobación

27 de junio de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: radiación solar, machine learning, imágenes satelitales, GOES16

Motivación

Son de particular interés los mapas de radiación solar diaria media mensual en sus tres componentes (global, directa y difusa) para el desarrollo de las energías renovables. Contar con datos adecuados que muestren la variabilidad espacio-temporal del recurso solar es de suma importancia. De su correcta evaluación dependen el adecuado dimensionamiento de las plantas generadoras de energía (en el caso de centrales fotovoltaicas) y el análisis de su factibilidad económica y, en el futuro, el pronóstico de la producción en el corto plazo.

Es por ello que es necesario contar con un modelo que pueda estimar la radiación solar con baja incertidumbre y capacidades espacio-temporales adecuadas. La motivación de esta tesis es poder aprovechar la gran cantidad de datos de las estaciones de medición en tierra junto con las imágenes satelitales y las técnicas de machine learning aprendidas en la maestría para generar un modelo que estime la radiación solar global en plano horizontal y que, potencialmente, pueda ser usado para generar cartas.

El objetivo general de este trabajo es generar un modelo de estimación 10-minutal de la radiación solar en plano horizontal (GHI) basado en técnicas de Machine Learning (ML), utilizando como insumos estimaciones de modelos físicos de estimación de la radiación de cielo despejado y variables obtenidas a partir de imágenes satelitales.

Se plantearon dos alternativas diferentes para este modelado, una puramente estadística y otra semi-empírica, para decidir qué estrategia es más exitosa en nuestra región. Si bien ambas estrategias desarrolladas aquí utili-

zan ML, la segunda incorpora a su entrada estimaciones de modelos físicos de cielo despejado, por lo que no se considera completamente estadística.

El desempeño se comparó con el de otros modelos satelitales semi-empíricos disponibles para la región, siendo esta la referencia a superar. El método semi-empírico utiliza como entrada variables derivadas de imágenes satelitales más un modelo de cielo claro e información geométrica, donde la técnica de ML seleccionada aprenderá a estimar la GHI de manera directa. El método completamente estadístico utiliza las mismas variables satelitales de entrada, pero no el modelo de cielo claro y la información geométrica. A diferencia del anterior, ML aprende la GHI solamente con información proveniente de las imágenes satelitales.

Se evaluó cuál método es el más adecuado para la región estudiada, así como también sus ventajas y desventajas. La comparación entre el modelo obtenido y otros disponibles (por ejemplo, el CIM-ESRA o el CIM-McClearn ajustados a la región) permitirá seleccionar aquel que mejor estime los datos de radiación.

El modelo permitirá estimar por satélite la GHI en cualquier punto de la Pampa Húmeda a escala 10-minutal. La base de datos empleada para el ajuste y evaluación de desempeño consta de 3 años de medidas en tierra durante el período 2019-2021 y de imágenes del satélite meteorológico geoestacionario GOES-16, públicamente disponibles y procesadas en el Laboratorio de Energía Solar (LES) de la Universidad de la República de Uruguay.

El modelo seleccionado se podría utilizar a futuro para generar cartas mensuales de irradiación solar global en plano horizontal para la Pampa Húmeda Argentina, contando con los años necesarios de información satelital.

Aportes de la tesis

La tesis integra de forma innovadora métodos estadísticos y semi-empíricos utilizando técnicas de Machine Learning e imágenes satelitales para la estimación de la radiación solar, lo que constituye un aporte significativo y actual al campo.

Líneas de I/D futuras

Si bien los avances logrados con Machine Learning son significativos, las mejoras sobre los modelos físicos e híbridos son relativamente modestas, lo que subraya la dificultad de seguir optimizando las estimaciones satelitales de irradiancia solar. Cabe resaltar que la simplicidad del modelo CIM-McClear, un modelo de caja blanca, interpretable y sencillo, ofrece una competencia directa a las redes neuronales, las cuales son algoritmos de caja negra, menos transparentes en su funcionamiento. Esto genera una disyuntiva entre la búsqueda de mayor precisión y la necesidad de interpretabilidad.

En futuros trabajos, será de importancia evaluar el comportamiento de estos modelos en otras regiones de la Pampa Húmeda y considerar la inclusión de variables adicionales, como la información de canales infrarrojos de los satélites o información de varios píxeles en una región, para mejorar aún más la precisión de las estimaciones. Además, es necesario simplificar las RN mediante la identificación de combinaciones óptimas de resoluciones espaciales, a fin de desarrollar un modelo que sea a la vez simple y preciso.

En futuras investigaciones, será importante realizar una búsqueda exhaustiva de variables de entrada para optimizar los modelos de estimación de irradiancia solar. Además, contar con más años de datos satelitales del GOES-16 permitirá desarrollar modelos más robustos y precisos, mejorando la capacidad de generalización de las predicciones. Asimismo, será relevante llevar a cabo una caracterización detallada de los años incluidos en los conjuntos de datos, con el fin de comprender mejor las variaciones climáticas y atmosféricas que puedan influir en el rendimiento de los modelos.

Por último, se explorará el uso directo de imágenes satelitales como insumo para los modelos de aprendizaje automático, lo que podría abrir nuevas posibilidades en la mejora de las estimaciones.

Se recomienda también explorar la integración de datos adicionales de estaciones ubicadas en distintas regiones

para mejorar la capacidad de generalización del modelo de Red Neuronal en ubicaciones alejadas. Esto permitiría ajustar el modelo a variaciones geográficas y climáticas más amplias, incrementando su precisión en escenarios de extrapolación. Además, la implementación de técnicas avanzadas de Machine Learning, como modelos de ensamblado o aprendizaje por transferencia, podría optimizar los resultados en áreas con características atmosféricas diferentes a las de Luján, ampliando así su aplicabilidad y robustez para estudios de irradiación solar en diversas zonas.



Statistical and semi-empirical modeling for estimating horizontal solar radiation using Machine Learning techniques and satellite imagery

Advisor

Dr. Rodrigo Alonso Suárez

Codirector

Dr. Franco Ronchetti

Thesis approval date

June, 27 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: solar radiation, machine learning, satellite imagery, GOES16

Motivation

Monthly average daily solar radiation maps in its three components (global, direct, and diffuse) are of particular interest for the development of renewable energies. Having adequate data showing the spatio-temporal variability of the solar resource is of utmost importance. Proper evaluation of this resource determines the correct sizing of power plants (in the case of photovoltaic stations) and the analysis of their economic feasibility, as well as the short-term production forecast.

Therefore, it is necessary to have a model capable of estimating solar radiation with low uncertainty and adequate spatio-temporal capacities. The motivation of this thesis is to leverage the large amount of data from ground-based measurement stations together with satellite imagery and the machine learning techniques learned during the master's program to generate a model that estimates global solar radiation on a horizontal plane, which could potentially be used to produce solar radiation maps.

The main objective of this work is to develop a 10-minute resolution model to estimate global horizontal irradiance (GHI) using Machine Learning (ML) techniques, based on physical clear-sky radiation models and variables derived from satellite imagery.

Two alternative approaches were proposed for this modeling: a purely statistical model and a semi-empirical one, to decide which strategy performs better in our region. Although both strategies developed here use ML, the second one incorporates estimates from physical clear-sky models as input and is therefore not considered fully statistical.

The performance was compared to other semi-empirical satellite models available for the region, which served

as the baseline reference. The semi-empirical method uses satellite-derived variables combined with a clear-sky model and geometric information, where the selected ML technique learns to estimate GHI directly. The fully statistical method uses the same satellite variables but does not include the clear-sky model or geometric information. Unlike the previous method, ML learns GHI solely from satellite imagery data.

The study evaluated which method is more suitable for the analyzed region, as well as their respective advantages and disadvantages. The comparison between the developed model and other available ones (e.g., CIM-ESRA or CIM-McClear adapted to the region) allowed selecting the one that best estimates radiation data.

The model enables satellite-based estimation of GHI at any point in the Pampa Húmeda with 10-minute temporal resolution. The database used for calibration and performance evaluation consists of three years of ground measurements during 2019–2021 and images from the GOES-16 geostationary meteorological satellite, publicly available and processed at the Solar Energy Laboratory (LES) of the Universidad de la República, Uruguay.

The selected model could be used in the future to produce monthly maps of global horizontal irradiance for the Argentine Pampa Húmeda, provided sufficient years of satellite data are available.

Thesis contributions

This thesis innovatively integrates statistical and semi-empirical methods using Machine Learning techniques and satellite imagery for solar radiation estimation, which represents a significant and up-to-date contribution to the field.

Future Research Lines

Although the progress achieved with Machine Learning is significant, the improvements over physical and hybrid models are relatively modest, highlighting the difficulty of further optimizing satellite-based solar irradiance estimates. It is worth noting that the simplicity of the CIM-McClear model—a white-box, interpretable, and straightforward model—provides direct competition to neural networks, which are black-box algorithms, less transparent in their operation. This creates a trade-off between the pursuit of higher accuracy and the need for interpretability.

In future work, it will be important to evaluate the performance of these models in other regions of the Pampa Húmeda and to consider incorporating additional variables, such as infrared channel information from satellites or data from multiple pixels within a region, to further improve estimation accuracy. Additionally, simplifying neural networks by identifying optimal combinations of spatial resolutions will be essential to develop models that are both simple and accurate.

Future research should also involve an exhaustive search for input variables to optimize solar irradiance estimation models. Moreover, having more years of GOES-16 satellite data will allow the development of more robust and accurate models, improving prediction generalization capabilities. It will also be relevant to carry out a detailed characterization of the years included in the datasets to better understand the climatic and atmospheric variations that may influence model performance.

Finally, the direct use of satellite images as inputs for machine learning models will be explored, which could open new possibilities for improving estimations.

It is also recommended to integrate additional data from stations located in different regions to improve the neural network model's generalization capacity in remote locations. This would allow the model to adapt to broader geographical and climatic variations, increasing its accuracy in extrapolation scenarios. Furthermore, implementing advanced Machine Learning techniques, such as ensemble models or transfer learning, could optimize results in areas with atmospheric characteristics different from those of Luján, thus expanding the model's applicability and robustness for solar irradiance studies across diverse regions.



Métrica PeS/PdS y Método CB-RISE: Nuevos enfoques en la evaluación de interpretabilidad en modelos de visión por computadora

Directores

Dr. Franco Ronchetti
Dr. Facundo Quiroga

Fecha de aprobación

18 de agosto de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: interpretabilidad; redes neuronales; visión por computadora; RISE; CB-RISE; métrica PeS/PdS; inteligencia artificial.

Motivación

La creciente complejidad y el uso de modelos de caja negra en visión por computadora han impulsado la necesidad de métodos que permitan interpretar de manera objetiva y confiable las decisiones de las redes neuronales profundas. La falta de interpretabilidad no solo dificulta el diagnóstico y la mejora de estos modelos, sino que también limita su aplicación en contextos de alto riesgo, donde la transparencia es crucial. En este contexto, esta tesis se propone abordar dos desafíos fundamentales:

1. Mejorar los métodos de interpretabilidad por atribución de caja negra, optimizando técnicas existentes y superando limitaciones en eficiencia y calidad de las explicaciones.
2. Desarrollar métricas cuantitativas que permitan evaluar de manera objetiva la calidad y robustez de las explicaciones generadas, facilitando la comparación entre métodos y apoyando la toma de decisiones en aplicaciones críticas. Estos objetivos se orientan a contribuir al avance de la interpretabilidad en modelos de visión por computadora, proporcionando herramientas que permitan una evaluación sistemática y fiable de las explicaciones, y en última instancia, fomenten el desarrollo de modelos más transparentes y confiables.

Aportes de la tesis

Esta tesis realiza aportes significativos en el campo de la interpretabilidad de modelos de aprendizaje profundo aplicados a visión por computadora, que se pueden resumir en tres ejes principales:

Desarrollo de la Métrica PeS/PdS:

Se introduce la métrica Pixel Erosion and Dilation Score (PeS/PdS), que evalúa la robustez de las explicaciones mediante procesos iterativos de operaciones morfológicas

(erosión y dilatación) aplicadas a los mapas de atribución. Esta herramienta cuantifica la efectividad de las explicaciones de forma objetiva, preservando la coherencia espacial de la imagen y ofreciendo una comparación sistemática entre métodos de interpretabilidad.

Mejoras sobre el Método RISE:

Se propone CB-RISE: Convergence Detection and Blurred Perturbations for RISE, una versión mejorada del algoritmo RISE. Entre sus innovaciones destacan:

1. C-RISE: Un mecanismo de detección de convergencia basado en el algoritmo en línea de Welford, que reduce significativamente la carga computacional al detener la generación del mapa de importancia una vez que éste se estabiliza.
2. B-RISE: La integración de máscaras difuminadas mediante un filtro Gaussiano, que sustituye los parches negros y preserva la estructura espacial, minimizando distorsiones y anomalías.
3. PRN: Un nuevo esquema de normalización que ajusta los valores del mapa de importancia en función del puntaje original del modelo, garantizando resultados más comparables e interpretables.

Evaluación Experimental y Benchmarking:

Se realizó un exhaustivo estudio de ablación utilizando un subconjunto de imágenes de ImageNet-1K para evaluar el desempeño de la métrica PeS/PdS y las variaciones del algoritmo RISE (incluyendo CB-RISE). Los resultados experimentales demuestran que las mejoras propuestas optimizan tanto la eficiencia computacional como la calidad de las explicaciones, permitiendo una comparación objetiva entre métodos white-box y black-box.

Líneas de I/D futuras

Los avances presentados en esta tesis sientan las bases para múltiples líneas de investigación futura, entre las que se destacan:

Automatización de Parámetros en PeS/PdS:

Investigar métodos para la selección automática del umbral inicial y explorar diferentes funciones de agregación, con el fin de adaptar la métrica a diversas aplicaciones y conjuntos de datos.

Validación con Evaluaciones Humanas:

Combinar evaluaciones cuantitativas con estudios centrados en el usuario, para validar la efectividad de la métrica PeS/PdS y su correlación con la percepción humana de la interpretabilidad.

Enfoques Adaptativos en CB-RISE:

Desarrollar soluciones que permitan ajustar dinámicamente el tamaño de las máscaras durante la ejecución en función de las características de la imagen, y explorar nuevas estrategias de enmascaramiento, como la aplicación de perturbaciones en los mapas de activación de la última capa convolucional.

Optimización mediante Algoritmos Metaheurísticos:

Investigar el uso de algoritmos evolutivos y metaheurísticos para optimizar iterativamente la selección de máscaras, mejorando la eficiencia y calidad del mapa de importancia generado.



PeS/PdS Metric and CB-RISE Method: New Approaches in Evaluating Interpretability in Computer Vision Models

Advisors

Dr. Franco Ronchetti
Dr. Facundo Quiroga

Thesis approval date

August, 18 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: interpretability; neural networks; computer vision; RISE; CB-RISE; PeS/PdS metric; artificial intelligence

Motivation

The increasing complexity and reliance on black-box models in computer vision have driven the need for methods that enable objective and reliable interpretation of deep neural network decisions. The lack of interpretability not only hinders the diagnosis and improvement of these models but also limits their application in high-risk contexts where transparency is crucial. In this context, this thesis aims to address two fundamental challenges:

1. Enhancing black-box attribution-based interpretability methods, optimizing existing techniques and overcoming limitations in efficiency and explanation quality.
2. Developing quantitative metrics to objectively evaluate the quality and robustness of generated explanations, facilitating comparisons between methods and supporting decision-making in critical applications.

These objectives contribute to advancing interpretability in computer vision models, providing tools for systematic and reliable evaluation of explanations, ultimately promoting the development of more transparent and trustworthy models.

Thesis contributions

This thesis makes significant contributions to the field of deep learning interpretability applied to computer vision, which can be summarized into three main areas:

Development of the PeS/PdS Metric:

The Pixel Erosion and Dilation Score (PeS/PdS) metric is introduced, evaluating the robustness of explanations through iterative morphological operations (erosion and dilation) applied to attribution maps. This tool quantitatively assesses the effectiveness of explanations while preserving the spatial coherence of images, enabling systematic comparisons between interpretability methods.

Improvements to the RISE Method:

The CB-RISE: Convergence Detection and Blurred Perturbations for RISE method is proposed, an enhanced version of the RISE algorithm. Key innovations include:

1. C-RISE: A convergence detection mechanism based on Welford's online algorithm, significantly reducing computational cost by stopping importance map generation once it stabilizes.
2. B-RISE: The integration of blurred masks using a Gaussian filter, replacing black patches and preserving spatial structure, minimizing distortions and artifacts.
3. PRN: A new normalization scheme that adjusts importance map values based on the model's original score, ensuring more comparable and interpretable results.

Experimental Evaluation and Benchmarking:

A comprehensive ablation study was conducted using a subset of ImageNet-1K images to evaluate the performance of the PeS/PdS metric and variations of the RISE algorithm (including CB-RISE). Experimental results demonstrate that the proposed improvements optimize both computational efficiency and explanation quality, enabling objective comparisons between white-box and black-box methods.

Future Research Lines

Although the progress achieved with Machine Learning The advancements presented in this thesis lay the foundation for multiple future research directions, including:

PeS/PdS Parameter Automation:

Exploring methods for automatic selection of the initial threshold and various aggregation functions to adapt the metric to different applications and datasets.

Validation Through Human Evaluations:

Combining quantitative evaluations with user-centered

studies to validate the effectiveness of the PeS/PdS metric and its correlation with human perception of interpretability.

Adaptive Approaches in CB-RISE:

Developing solutions that dynamically adjust mask sizes during execution based on image characteristics and exploring new masking strategies, such as perturbations applied to activation maps of the last convolutional layer.

Optimization via Metaheuristic Algorithms:

Investigating the use of evolutionary algorithms and metaheuristics to iteratively optimize mask selection, improving the efficiency and quality of the generated importance maps.



Predicción del consumo energético en la zona de Gran Buenos Aires

Director

Dr. Aurelio Fernández Bariviera

Fecha de aprobación

28 de octubre de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: aprendizaje automático; modelo estadístico; consumo energético; redes neuronales; series temporales; predicción; descomposición de modo empírico (EMD)

Motivación

La motivación principal de este trabajo radica en la creciente necesidad de predecir con precisión la demanda de energía eléctrica debido a la rápida expansión económica y el aumento del consumo energético, tanto industrial como doméstico. A medida que las sociedades y economías se desarrollan, la demanda energética crece exponencialmente, lo que plantea el reto de garantizar un suministro eficiente y sostenible de electricidad. La predicción precisa del consumo es fundamental para optimizar la gestión de recursos, reducir costos y minimizar el impacto ambiental, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

La motivación también está impulsada por los beneficios medioambientales, ya que una predicción más precisa contribuye a reducir emisiones de CO₂ al evitar la sobreproducción de energía que se pierde en forma de calor. Además, este estudio busca responder a las necesidades de planificación energética en un entorno de creciente demanda y complejidad, en un contexto donde la generación de energía renovable y el uso de redes eléctricas más competitivas se vuelven cada vez más relevante.

Las predicciones de la demanda de energía eléctrica están ganando mucha atención también de los gerentes de la red eléctrica. La tarea de conocer la demanda de electricidad por adelantado es necesaria para mantener el equilibrio entre la oferta y la demanda y para gestionar el proceso de producción, distribución y consumo de electricidad en una variedad de escalas temporales: muy corto plazo de pocos minutos a una hora, corto plazo de una semana a un año, mediano plazo de un a ño a cinco años, y largo plazo de cinco años a décadas e incluso hasta 20 años.

Este trabajo de tesis se centra en aplicar y comparar modelos predictivos, tanto estadísticos como de machine learning, con el objetivo de identificar el modelo que ofrezca la menor tasa de error en la predicción del consumo diario de electricidad en el Área Metropolitana de Buenos Aires.

Aportes de la tesis

El aporte central de la tesis reside en la comparación y desarrollo de modelos predictivos avanzados para la estimación del consumo de energía eléctrica en la región del Gran Buenos Aires (GBA), utilizando un enfoque innovador con modelos estadísticos y de redes neuronales. El objetivo principal del trabajo es seleccionar y proponer el modelo más adecuado, basándose en el menor error de predicción y su capacidad para ser escalado a otras áreas geográficas o series temporales similares.

El trabajo introduce la implementación de modelos tradicionales como SARIMA, conocido por su uso en series temporales con estacionalidad, y modelos más avanzados como la regresión de vectores de soporte (SVM), con resultados competitivos en términos de precisión y tiempos de procesamiento. Posteriormente, se exploran modelos más complejos basados en redes neuronales como CNN y LSTM, que ofrecen mejoras notables en la predicción del consumo energético.

El valor más destacado del trabajo es la introducción de una metodología híbrida, combinando redes neuronales con técnicas de descomposición empírica de modos (EMD), lo que permite una mejora considerable en la precisión de la predicción. En particular, el modelo LSTM-EMD se consolida como el mejor, con un MAPE del 4,1%, lo que demuestra su capacidad para predecir con alta precisión el consumo eléctrico. Este nivel de precisión no solo facilita la planificación de la generación y distribución de energía, sino que también contribuye a una mayor eficiencia energética al reducir la sobreproducción y las emisiones de CO₂. En la tesis también se destaca el enfoque en la escalabilidad y el tiempo de procesamiento, variables cruciales para la implementación de estos modelos en entornos reales con grandes volúmenes de datos. La metodología de validación utilizada —una grilla de validación— aporta estabilidad a los resultados, permitiendo mayor seguridad

en la evaluación del mejor modelo. Este enfoque, menos tradicional, evita la simple separación de datos entrenamiento y prueba, lo que asegura resultados más robustos. En conclusión, este trabajo no solo avanza el campo de la predicción del consumo energético mediante técnicas de machine learning, sino que también propone un modelo escalable, eficiente en tiempo y costo computacional, adecuado para futuras aplicaciones en otros contextos geográficos.

Líneas de I/D futuras

Ampliar el campo de predicción a otras regiones del país, teniendo en cuenta variaciones de terreno y clima. El norte y el sur del país presenta grandes amplitudes térmicas a lo largo del año, lo cual puede ser un factor relevante.

Incluir más variables en la predicción. Actualmente, los modelos solo consideran el consumo diario expresado en MW, pero podrían incorporar datos de temperatura diaria para analizar su impacto en la predicción.

Explorar combinaciones diferentes de los modelos estudiados para investigar posibles mejoras en la predicción.

Aplicación de Modelos de Aprendizaje Profundo Más Avanzados: Investigar el uso de otros tipos de redes neuronales más avanzadas, como las redes neuronales recurrentes de atención (Attention-based RNNs) o modelos generativos adversarios (GANs), para mejorar la precisión y robustez de las predicciones.

Incorporación de Factores Socioeconómicos: Explorar como variables socioeconómicas (como ingresos, densidad poblacional, tipo de vivienda, acceso a tecnologías de eficiencia energética, etc.) afectan el consumo energético. Esto permitiría desarrollar modelos más precisos y personalizados para diferentes comunidades.



Energy Consumption Prediction in the Greater Buenos Aires Areas

Advisor

Dr. Aurelio Fernández Bariviera

Thesis approval date

October, 28 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: machine learning; statistical model; energy consumption; neural networks; time series; forecasting; empirical decomposition into modes (EMD)

Motivation

The main motivation of this work lies in the growing need to accurately predict the demand for electric power due to rapid economic expansion and increasing energy consumption, both industrial and domestic. As societies and economies develop, energy demand grows exponentially, posing the challenge of ensuring an efficient and sustainable supply of electricity. Accurate prediction of consumption is essential to optimize resource management, reduce costs and minimize environmental impact, in line with the Sustainable Development Goals (SDGs).

The motivation is also driven by environmental benefits, as more accurate prediction contributes to reducing CO₂ emissions by avoiding overproduction of energy that is lost in the form of heat. Furthermore, this study seeks to respond to energy planning needs in an environment of increasing demand and complexity, in a context where renewable energy generation and the use of more competitive electricity grids become increasingly relevant.

Electricity demand predictions are gaining a lot of attention also from electricity grid managers. The task of knowing the electricity demand in advance is necessary to maintain the balance between supply and demand and to manage the process of electricity production, distribution and consumption on a variety of time scales: very short term from a few minutes to an hour, short term from a week to a year, medium term from one year to five years, and long term from five years to decades and even up to 20 years.

This thesis work focuses on applying and comparing predictive models, both statistical and machine learning, with the aim of identifying the model that offers the lowest error rate in the prediction of daily electricity consumption in the Metropolitan Area of Buenos Aires.

Thesis contributions

The central contribution of the thesis lies in the comparison and development of advanced predictive models for the estimation of electric energy consumption in the Greater Buenos Aires (GBA) region, using an innovative approach with statistical and neural network models. The main objective of the work is to select and propose the most suitable model, based on the lowest prediction error and its ability to be scaled to other geographic areas or similar time series.

The work introduces the implementation of traditional models such as SARIMA, known for its use in time series with seasonality, and more advanced models such as support vector regression (SVM), with competitive results in terms of accuracy and processing times. Subsequently, more complex models based on neural networks such as CNN and LSTM are explored, which offer notable improvements in the prediction of energy consumption. The most outstanding value of the work is the introduction of a hybrid methodology, combining neural networks with empirical mode decomposition (EMD) techniques, which allows a considerable improvement in the prediction accuracy. In particular, the LSTM-EMD model is consolidated as the best, with a MAPE of 4.1%, which demonstrates its ability to predict electricity consumption with high accuracy. This level of accuracy not only facilitates the planning of energy generation and distribution, but also contributes to greater energy efficiency by reducing overproduction and CO₂ emissions.

The thesis also highlights the focus on scalability and processing time, crucial variables for the implementation of these models in real environments with large volumes of data. The validation methodology used—a validation grid—provides stability to the results, allowing greater security in the evaluation of the best

model. This less traditional approach avoids the simple separation of training and testing data, which ensures more robust results.

In conclusion, this work not only advances the field of energy consumption prediction using machine learning techniques, but also proposes a scalable model, efficient in time and computational cost, suitable for future applications in other geographical contexts.

Future Research Lines

Expand the prediction field to other regions of the country, taking into account variations in terrain and climate. The north and south of the country have large thermal amplitudes throughout the year, which may be a relevant factor.

Include more variables in the prediction. Currently, the models only consider daily consumption expressed in MW, but they could incorporate daily temperature data to analyze their impact on the prediction.

Explore different combinations of the models studied to investigate possible improvements in the prediction.

Application of More Advanced Deep Learning Models: Investigate the use of other types of more advanced neural networks, such as attention-based recurrent neural networks (RNNs) or generative adversarial models (GANs), to improve the accuracy and robustness of the predictions.

Incorporation of Socioeconomic Factors: Explore how socioeconomic variables (such as income, population density, type of housing, access to energy efficiency technologies, etc.) affect energy consumption. This would allow for the development of more precise and personalized models for different communities.



Estimación de Rendimientos de Soja Mediante Técnicas de Inteligencia Artificial Aplicadas a Información Satelital

Directora

Mg. Mónica Bocco

Codirectora

Dra. Laura Lanzarini

Asesor Científico

Dr. Miguel Nolasco

Fecha de aprobación

9 de diciembre de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: estimación de rendimiento agrícola; soja; observación de la tierra; imágenes satelitales; sentinel-2; inteligencia artificial; aprendizaje automático; agricultura de precisión.

Motivación

La producción agrícola enfrenta desafíos crecientes asociados al cambio climático, la variabilidad ambiental y la necesidad de aumentar la eficiencia en el uso de los recursos para garantizar la seguridad alimentaria. En este contexto, la soja ocupa un rol estratégico en Argentina debido a su importancia económica y a su contribución al sistema agroexportador.

En paralelo, el desarrollo de nuevas misiones satelitales de observación de la Tierra, junto con los avances en disponibilidad de datos y en técnicas de inteligencia artificial, ha abierto nuevas oportunidades para monitorear los cultivos y analizar su comportamiento a lo largo del tiempo. Sin embargo, gran parte de los estudios existentes estiman rendimientos agrícolas a escalas regionales o administrativas, lo que limita su utilidad para la toma de decisiones a nivel productivo.

En este marco, el objetivo de esta tesis fue desarrollar una metodología para estimar el rendimiento del cultivo de soja a nivel de lote en Argentina utilizando información satelital y técnicas de inteligencia artificial, con el propósito de contribuir al desarrollo de herramientas que permitan mejorar el monitoreo de los cultivos y apoyar la toma de decisiones en el ámbito de la agricultura de precisión.

Aportes de la tesis

La tesis desarrolla una metodología para estimar el rendimiento del cultivo de soja a nivel de lote mediante la integración de imágenes satelitales, información climática y registros reales de producción agrícola. A partir de datos de la misión Sentinel-2, precipitaciones provenientes del conjunto CHIRPS y registros productivos provistos por pro-

ductores, se construyó un conjunto de datos integrado que permite analizar la relación entre las condiciones ambientales observadas desde el espacio y el rendimiento final del cultivo.

La metodología fue evaluada utilizando información de producción agrícola correspondiente a distintas regiones de Argentina y a diferentes épocas de siembra, lo que permitió analizar su desempeño bajo condiciones agroclimáticas diversas. Los resultados muestran que es posible estimar el rendimiento de soja a escala de lote con niveles de error consistentes con la variabilidad propia del cultivo, lo que demuestra el potencial de combinar datos satelitales e inteligencia artificial para el monitoreo productivo.

En conjunto, el trabajo aporta un enfoque que permite avanzar hacia herramientas de agricultura de precisión capaces de generar estimaciones de rendimiento a partir de información de observación de la Tierra, contribuyendo así a mejorar la planificación productiva y la toma de decisiones en el sector agrícola.

Líneas de I/D futuras

A partir de los resultados obtenidos, se identifican diversas oportunidades para profundizar y ampliar el enfoque desarrollado. Entre ellas se destaca la incorporación de nuevas fuentes de información, como datos radar, variables meteorológicas de mayor resolución o información sobre prácticas de manejo agronómico, que podrían mejorar la capacidad explicativa de los modelos.

Asimismo, futuras investigaciones podrían explorar el uso de arquitecturas más avanzadas de inteligencia artificial y la integración de información temporal proveniente de

series de imágenes satelitales, con el fin de capturar con mayor detalle la dinámica del crecimiento de los cultivos a lo largo del ciclo agrícola.

Finalmente, una línea de desarrollo relevante consiste en la adaptación de la metodología para su implementación en herramientas operativas destinadas a productores y técnicos, así como su extensión a otros cultivos o regiones agrícolas, contribuyendo al desarrollo de sistemas de monitoreo agrícola basados en observación de la Tierra.



Soybean Yield Estimation Using Artificial Intelligence Techniques Applied to Satellite Information

Advisor

Mg. Mónica Bocco

Codirector

Dra. Laura Lanzarini

Scientist Consultant

Dr. Miguel Nolasco

Thesis approval date

December, 9 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: crop yield estimation; soybean; earth observation; satellite imagery; sentinel-2; artificial intelligence; machine learning; precision agriculture

Motivation

Agricultural production faces increasing challenges associated with climate change, environmental variability, and the need to improve resource-use efficiency in order to ensure food security. In this context, soybean plays a strategic role in Argentina due to its economic importance and its contribution to the country's agro-export sector.

At the same time, the development of new Earth observation satellite missions, together with advances in data availability and artificial intelligence techniques, has opened new opportunities for monitoring crops and analysing their behaviour over time. However, most existing studies estimate agricultural yields at regional or administrative scales, which limits their usefulness for decision-making at the farm level.

Within this context, the objective of this thesis was to develop a methodology to estimate soybean crop yield at the field level in Argentina using satellite information and artificial intelligence techniques, with the aim of contributing to the development of tools that improve crop monitoring and support decision-making in precision agriculture.

Thesis contributions

This thesis develops a methodology for estimating soybean yield at the field level through the integration of satellite imagery, climate information, and real agricultural production records. Using data from the Sentinel-2 mission, precipitation data from the CHIRPS

dataset, and production records provided by farmers, an integrated dataset was constructed to analyse the relationship between environmental conditions observed from space and final crop yield.

The methodology was evaluated using agricultural production data from different regions of Argentina and for different sowing seasons, allowing the analysis of its performance under diverse agro-climatic conditions. The results show that soybean yield can be estimated at field scale with error levels consistent with the natural variability of the crop, demonstrating the potential of combining satellite data and artificial intelligence for production monitoring.

Overall, the work contributes an approach that advances the development of precision agriculture tools capable of generating yield estimates based on Earth observation data, thereby improving production planning and supporting decision-making in the agricultural sector.

Future Research Lines

Based on the results obtained, several opportunities were identified to further develop and extend the proposed approach. One of them involves incorporating additional sources of information, such as radar data, higher-resolution meteorological variables, or information about agronomic management practices, which could improve the explanatory capacity of the models.

Future research could also explore more advanced artificial intelligence architectures and the integration

of temporal information from satellite image time series, in order to capture more accurately the dynamics of crop growth throughout the agricultural cycle.

Finally, an important development line involves adapting the methodology for implementation in operational tools for farmers and technical specialists, as well as extending the approach to other crops or agricultural regions, contributing to the development of agricultural monitoring systems based on Earth observation.



Estudio de capacidad del Sistema de Recolección de Datos Satelital Argentino

Director

Ing. Sager Gerardo

Codirector

Ing. Horacio Villagarcia Wanza

Fecha de aprobación

9 de octubre de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: aloha; colisiones; DCS; DCP; ARGOS

Motivación

La presente investigación responde a la necesidad de evaluar estrategias efectivas para el despliegue de estaciones transmisoras en el contexto del sistema DCS1, con el objetivo de optimizar su capacidad operativa. Si bien existen estudios previos que abordan el sistema ARGOS2, compatible con el sistema argentino, las características geográficas particulares del territorio nacional, que incluyen áreas continentales, insulares y antárticas, imponen desafíos específicos. Además, las órbitas polares particularmente empleadas por los satélites argentinos sugieren la posibilidad de desarrollar una estrategia integral que considere tanto el despliegue de estaciones como la asignación de frecuencias y la gestión de intervalos de transmisión. Esta estrategia, o una combinación de ellas, podrían mejorar significativamente la capacidad de adquisición de estaciones terrestres por un receptor dado.

El objetivo principal de este trabajo es analizar exhaustivamente estas estrategias y evaluar su viabilidad y efectividad dentro del sistema DCS. Al hacerlo, se espera contribuir al desarrollo de soluciones innovadoras que optimicen el rendimiento del sistema y mejoren su utilidad en distintos escenarios operativos.

El sistema DCS argentino, desde la perspectiva de las redes de comunicaciones, puede también ser un enrutador de mensajes de tipo "Store and Forward". Los mensajes recibidos por el satélite son almacenados en una memoria a bordo y posteriormente descargados en la Estación Terrena Córdoba de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (ETC-CONAE). En cada sobrevuelo, cuando el satélite tiene a la vista un grupo de estaciones transmisoras, se configura una red ad-hoc con una duración limitada por el tiempo en que los transmisores están dentro de su rango de visibilidad. Esta red puede compararse con una capa

de acceso al medio en el modelo ISO-OSI, modificándose dinámicamente a medida que el satélite pierde y adquiere la visibilidad de las diferentes estaciones transmisoras.

Estas transmisiones compiten por el acceso al medio de manera similar al sistema ALOHA, ya que no están coordinadas ni sincronizadas temporalmente. Sin embargo, debido al corrimiento Doppler que afecta las señales recibidas por el satélite, la cantidad de colisiones, entendidas como la superposición de transmisiones en un canal determinado, es menor que en un sistema ALOHA puro. A partir de este escenario, se ha seleccionado el tema presente con el propósito de evaluar si existen estrategias de implementación de estaciones transmisoras que permitan optimizar la capacidad del sistema DCS.

Aportes de la tesis

Se ha desarrollado un procedimiento que permite planificar la ubicación de estaciones transmisoras con fines científicos en cualquier región del país, especialmente en zonas de difícil acceso, lo que representa una ventaja significativa. El procedimiento fue implementado mediante funciones de software Matlab, que permiten simular el comportamiento del sistema bajo diversas configuraciones. La investigación modela la visibilidad de los transmisores terrestres desde el receptor ubicado en un satélite en órbita polar heliosincrónica, que es la órbita más utilizada por los satélites argentinos de observación terrestre. El modelo será validado mediante su comparación con datos experimentales obtenidos de la misión SAC-D/Aquarius. Este trabajo se enmarca dentro de la categoría de Investigación y Desarrollo Aplicado, en la que se llevará a cabo una modelización acompañada de simulaciones numéricas para determinar cómo influyen en la ubicación, la

frecuencia de transmisión y el intervalo de transmisión de las estaciones terrestres en la capacidad del sistema. Se espera que el resultado final de esta investigación sea un modelo que permita evaluar diferentes estrategias de despliegue de transmisores, con el fin de optimizar la capacidad operativa del sistema DCS.

Líneas de I/D futuras

El presente estudio se ha focalizado en satélites de órbita baja, como el SAC-D. Como línea futura de investigación, se sugiere el desarrollo de un software más avanzado para analizar satélites específicos con características orbitales particulares. Este software deberá integrar las funciones ya desarrolladas en Matlab, permitiendo automatizar el análisis de distintas ubicaciones de estaciones terrestres, tanto en el territorio nacional como en otros países.

Las funcionalidades previstas para este software incluyen la especificación manual de la posición de las estaciones mediante coordenadas de latitud y longitud, así como la posibilidad de seleccionar su ubicación utilizando un mapa planisferio interactivo. De esta manera, se obtendría una herramienta versátil y eficiente para la planificación y optimización de la ubicación de estaciones terrestres en estudios relacionados con satélites de órbita.



Capacity Study of the Argentine Satellite Data Collection System

Advisor

Ing. Sager Gerardo

Codirector

Ing. Horacio Villagarcia Wanza

Thesis approval date

October, 9 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: aloha; collisions; DCS; DCP; ARGUS

Motivation

The present research is focused on the evaluation of effective strategies for the deployment of transmitting stations in the context of the DCS1 system, with the objective of optimizing its operational capacity. Although there are previous studies that address the ARGOS2 system, compatible with the Argentine system, the particular geographical characteristics of the national territory, which include continental, island and Antarctic areas, impose some specific challenges. Furthermore, the polar orbits particularly used by Argentine satellites suggest the possibility of developing a comprehensive strategy that considers the deployment of stations, the assignment of frequencies and the management of transmission intervals. These strategies, or a combination of them, could significantly improve the ground station acquisition capability of a given receiver.

The main objective of this work is to comprehensively analyze these strategies and evaluate their feasibility and effectiveness within the DCS system. It is expected to contribute to the development of innovative solutions that optimize system performance and improve its usefulness in different operating scenarios.

From the perspective of communications networks the Argentine DCS system, can also be considered a “Store and Forward” type message router. The messages received by the satellite are stored in an on-board memory and later downloaded to the Córdoba Earth Station of the National Commission for Space Activities (ETC-CoNAE). On each flyby, when the satellite has a group of transmitting stations in view, an ad-hoc temporal network is set up considering the time the transmitters are within its visibility range. This network can be compared to a medium access layer in the ISO-

OSI model, dynamically modifying as the satellite loses and acquires the visibility of the different transmitting stations. These transmissions compete for the access to the medium in a similar way as ALOHA system, due to the fact that they are not coordinated or temporally synchronized. However, due to the Doppler shift that affects the signals received by the satellite, the number of collisions (understood as the overlap of transmissions on a given channel) is lower than that in a pure ALOHA system. From this scenario, an analysis of the possible strategies for implementing transmitting stations that allow optimizing the capacity of the DCS system is performed.

Thesis contributions

A procedure has been developed that allows planning the location of transmitting stations for scientific purposes in any region of the country, particularly in areas with difficult access, which represents a significant advantage. The procedure was implemented using Matlab platform, that allows simulating the behavior of the system under various configurations.

A model for the visibility of terrestrial transmitters from the receiver located on a satellite in sun-synchronous polar orbit, which is the orbit most used by Argentine earth observation satellites, is developed. The model will be validated by comparing it with experimental data obtained from the SAC-D/Aquarius mission.

This work falls within the category of Applied Research and Development, in which modeling and numerical simulations are carried out to determine the location, transmission frequency and transmission interval of ground stations affect the system capacity.

It is expected that the main outcome of this research will be a model that allows evaluating different transmitter deployment strategies, in order to optimize the operational capacity of the DCS system.

Future Research Lines

The present study has focused on the low orbit satellites, such as SAC-D. The development of more advanced software is suggested to analyze specific satellites with particular orbital characteristics. This software must integrate the functions already developed in Matlab, allowing the analysis of different locations of ground stations to be automated, both in the national territory and in other countries.

The functionalities of this software should include the manual specification of the position of the stations using latitude and longitude coordinates, as well as the possibility of selecting their location using an interactive planisphere map. In this way, a versatile and efficient tool for planning and optimizing the location of ground stations could be achieved.

03

ESPECIALIZACIONES

**INTELIGENCIA DE DATOS
ORIENTADA A BIG DATA**

**CÓMPUTO DE ALTAS PRESTACIONES
Y TECNOLOGÍA GRID**

REDES Y SEGURIDAD

**TECNOLOGÍA INFORMÁTICA
APLICADA EN EDUCACIÓN**

**TECNOLOGÍA INFORMÁTICA
APLICADA EN EDUCACIÓN / DISTANCIA**

INGENIERÍA DE SOFTWARE

INGENIERÍA DE SOFTWARE / DISTANCIA



Análisis comparativo entre Bases de Datos NoSQL, Mongodb y Cassandra

Director

Dr. Waldo Hasperué

Fecha de aprobación

4 de febrero de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: mongoDB; cassandra; NoSQL; benchmark; YCSB; docker; rendimiento; bases de datos

Motivación

La diversidad de bases de datos relacionales y NoSQL dificulta la selección adecuada para un proyecto. Si bien existen estudios comparativos (ej: MongoDB vs Cassandra) que analizan rendimiento con métricas cuantitativas (tiempos, transferencia de datos), estos suelen omitir detalles clave para entornos académicos o iniciales, como:

- Despliegue: Falta de guías claras para instalación/configuración.
- Interpretación: Dificultad para entender resultados de pruebas (ej: workloads de YCSB).

Este trabajo propone un enfoque metodológico, usando Docker para simplificar la preparación de entornos de prueba, combinando análisis cuantitativo con pasos prácticos de implementación.

Objetivos:

El presente Trabajo Final Integrador tiene como objetivo principal realizar un análisis comparativo entre las bases de datos NoSQL MongoDB y Cassandra, evaluando su rendimiento en operaciones CRUD durante las fases de carga y transaccional. Para ello, se medirán métricas clave como tiempo de ejecución, tasa de transferencia efectiva y latencias, utilizando el framework YCSB (Yahoo! Cloud Serving Benchmark) que genera workloads con datos de prueba estandarizados.

Como parte fundamental de la metodología y como objetivo secundario se implementará un entorno de pruebas basado en contenedores Docker, lo que permitirá desplegar de manera rápida y reproducible ambas bases de datos junto con sus clientes. Este enfoque no solo facilitará la ejecución de las pruebas, sino que también servirá como guía práctica para la configuración de entornos de desarrollo y evaluación.

Aportes de la tesis

El trabajo aportará una visión comparativa entre ambas tecnologías NoSQL, analizando sus características, ventajas y casos de uso típicos. Además, incluirá una explicación detallada sobre la interpretación de los resultados obtenidos mediante YCSB, lo que permitirá a futuros usuarios tomar decisiones fundamentadas al seleccionar entre estas bases de datos para sus proyectos. Finalmente, se documentará todo el proceso de configuración del entorno Docker, creando un recurso valioso para la comunidad académica y profesional.

Líneas de I/D futuras

Como trabajo futuro, sería valioso profundizar en el análisis comparativo de MongoDB y Cassandra aplicado a casos de uso específicos como sistemas de recomendación personalizada o procesamiento de flujos de datos masivos en tiempo real. Además, resultaría interesante investigar cómo estas bases de datos NoSQL podrían integrarse con tecnologías disruptivas como inteligencia artificial y blockchain, particularmente en lo que respecta a su capacidad para soportar cargas de trabajo complejas manteniendo altos niveles de rendimiento, seguridad y escalabilidad. Estos estudios complementarios permitirían establecer pautas más precisas para la selección de tecnologías de almacenamiento según los requerimientos particulares de cada solución tecnológica.



Comparative analysis between NoSQL databases, Mongodb and Cassandra

Advisor

Dr. Waldo Hasperué

Thesis approval date

February, 4 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: mongoDB; cassandra; NoSQL; benchmark; YCSB; docker; performance; databases

Motivation

The diversity of relational and NoSQL databases makes it difficult to select the right one for a project. While there are comparative studies (e.g., MongoDB vs. Cassandra) that analyze performance with quantitative metrics (times, data transfer), they often omit key details for academic or initial environments, such as:

- Deployment: Lack of clear installation/configuration guides.
- Interpretation: Difficulty understanding test results (e.g., YCSB workloads).

This paper proposes a methodological approach using Docker to simplify the preparation of test environments, combining quantitative analysis with practical implementation steps.

Objectives:

The main objective of this Final Integration Project is to perform a comparative analysis between the NoSQL databases MongoDB and Cassandra, evaluating their performance in CRUD operations during the load and transaction phases. To this end, key metrics such as execution time, effective transfer rate, and latencies will be measured using the YCSB (Yahoo! Cloud Serving Benchmark) framework, which generates workloads with standardized test data.

As a fundamental part of the methodology and as a secondary objective, a Docker container-based testing environment will be implemented, allowing for the rapid and reproducible deployment of both databases along with their clients. This approach will not only facilitate test execution but also serve as a practical guide for setting up development and testing environments.

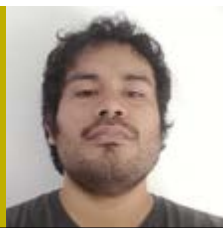
Thesis contributions

The paper will provide a comparative overview of both NoSQL technologies, analyzing their features, advantages, and typical use cases. It will also include a detailed explanation of how to interpret the results obtained using YCSB, allowing future users to make informed decisions when selecting between these databases for their projects. Finally, the entire Docker environment configuration process will be documented, creating a valuable resource for the academic and professional communities.

Future Research Lines

As future work, it would be valuable to further analyze the comparative analysis of MongoDB and Cassandra applied to specific use cases, such as personalized recommendation systems or real-time processing of massive data streams. Furthermore, it would be interesting to investigate how these NoSQL databases could integrate with disruptive technologies such as artificial intelligence and blockchain, particularly with regard to their ability to support complex workloads while maintaining high levels of performance, security, and scalability. These complementary studies would allow for more precise guidelines for selecting storage technologies based on the specific requirements of each technological solution.

Especialización en Inteligencia de Datos Orientada a Big Data



**Esp. Sotomayor Checa
Pablo Omar**

e-mail
pablosotomayor.fcag@gmail.com

Aprendizaje Automático en el Observatorio Auger Prime

Director

Dr. Franco Ronchetti

Asesor Científico

Dr. Nicolás González

Fecha de aprobación

15 de mayo de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: rayos cósmicos; muones; modelos estadísticos; aprendizaje automático; observatorio pierre auger

Motivación

Comprender la composición de los rayos cósmicos de ultra alta energía es uno de los principales desafíos de la física de astropartículas. El Observatorio Pierre Auger, actualmente en proceso de actualización tecnológica (AugerPrime), busca mejorar la sensibilidad a la componente muónica de las lluvias atmosféricas, esencial para identificar el tipo de partícula primaria.

Este trabajo se propone aplicar modelos estadísticos y de aprendizaje automático para estimar la cantidad de muones detectados en eventos reales. La estimación precisa de esta componente mejora la reconstrucción de las lluvias y la interpretación de los datos observacionales.

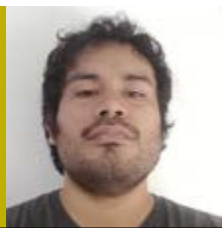
Objetivos específicos: a) desarrollar modelos estadísticos lineales para predecir el número de muones a partir de señales registradas por centelleadores, b) detectar limitaciones de estos modelos según características del evento (número de estaciones, módulos activos, trazas), c) implementar modelos no lineales que superen las limitaciones anteriores, y d) comparar ambos enfoques y evaluar su aplicabilidad en el entorno operativo del Observatorio.

Aportes de la tesis

Este trabajo aporta metodologías que mejoran la reconstrucción del número de muones en lluvias atmosféricas mediante técnicas de ciencia de datos, con impacto directo en la caracterización de los rayos cósmicos primarios. Entre sus contribuciones se destacan: a) una mejora en la estimación muónica basada en señales de centelleadores superficiales, b) la identificación de escenarios donde los modelos lineales fallan, habilitando el uso selectivo de modelos más complejos, c) la comparación de enfoques predictivos con criterios de aplicabilidad práctica, y d) la demostración del valor del aprendizaje automático en el análisis de grandes volúmenes de datos experimentales en física de astropartículas.

Líneas de I/D futuras

Como trabajo futuro, sería valioso profundizar en el análisis comparativo de MongoDB y Cassandra aplicado a casos de uso específicos como sistemas de recomendación personalizada o procesamiento de flujos de datos masivos en tiempo real. Además, resultaría interesante investigar cómo estas bases de datos NoSQL podrían integrarse con tecnologías disruptivas como inteligencia artificial y blockchain, particularmente en lo que respecta a su capacidad para soportar cargas de trabajo complejas manteniendo altos niveles de rendimiento, seguridad y escalabilidad. Estos estudios complementarios permitirían establecer pautas más precisas para la selección de tecnologías de almacenamiento según los requerimientos particulares de cada solución tecnológica.



Machine Learning at the Auger Prime Observatory

Advisor

Dr. Franco Ronchetti

Scientist Consultant

Dr. Nicolás González

Thesis approval date

May, 15 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: cosmic rays; muons; statistical models; machine learning; pierre auger observatory

Motivation

Understanding the composition of ultrahigh-energy cosmic rays is one of the main challenges in astroparticle physics. The Pierre Auger Observatory, currently undergoing a technological upgrade (AugerPrime), seeks to improve its sensitivity to the muon component of atmospheric showers, which is essential for identifying the type of primary particle.

This work aims to apply statistical and machine learning models to estimate the number of muons detected in real events. Accurate estimation of this component improves shower reconstruction and the interpretation of observational data.

Specific objectives: a) develop linear statistical models to predict the number of muons from signals recorded by scintillators; b) identify limitations of these models based on event characteristics (number of stations, active modules, traces); c) implement nonlinear models that overcome the above limitations; and d) compare both approaches and evaluate their applicability in the Observatory's operational environment.

Thesis contributions

This work provides methodologies that improve the reconstruction of muon numbers in atmospheric showers using data science techniques, with a direct impact on the characterization of primary cosmic rays.

Its contributions include: a) improved muon estimation based on surface scintillator signals; b) the identification of scenarios where linear models fail, enabling the selective use of more complex models; c) the comparison of predictive approaches with criteria for practical applicability; and d) the demonstration of the value of machine learning in the analysis of large volumes of experimental data in astroparticle physics.

Future Research Lines

Based on this work, several lines of research are opened that can enhance future analysis: a) fusion of data from different detectors to improve physical reconstruction using multimodal models, b) probabilistic modeling that allows incorporating uncertainty in the estimation of muons, c) real-time application to integrate into the operational processes of the Observatory, d) training with more realistic simulations, improving the generalization capacity, and e) detection of atypical events, exploring unsupervised techniques to identify physical or instrumental anomalies.



Modelos Predictivos para la Anticipación de la Demanda de Cerveza. Comparación de un Enfoque General con un Enfoque Cliente-Producto

Director

Dr. Hasperué Waldo

Fecha de aprobación

16 de mayo de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: modelos predictivos; predicción de la demanda; aprendizaje automático; consumo masivo; árboles de decisión

Motivación

En un mercado cervecero argentino de creciente competitividad, la optimización de las estrategias comerciales es fundamental. Este trabajo se motiva por la necesidad de la industria de anticipar con precisión la demanda de los comercios minoristas para mejorar la gestión de inventario y la efectividad de las promociones. El objetivo principal de la investigación fue desarrollar y evaluar modelos predictivos que permitan optimizar dicha planificación comercial.

Para lograrlo, se propuso comparar rigurosamente dos enfoques metodológicos distintos. El primero, un “Enfoque General”, se basa en redes neuronales recurrentes (RNN) para capturar patrones globales del mercado. El segundo, un “Enfoque Cliente-Producto”, utiliza modelos de árboles de decisión para entender el comportamiento individual de cada combinación cliente-producto. La finalidad de esta comparación es determinar qué estrategia ofrece la mejor combinación de precisión predictiva y viabilidad operativa en un entorno real de consumo masivo

Aportes de la tesis

El principal aporte de este trabajo es la rigurosa comparación empírica de dos estrategias de modelado, una generalista y una granular, estableciendo una base de rendimiento (baseline) para un problema complejo como la predicción de la demanda. Este análisis permitió identificar el subajuste (underfitting) como un desafío característico del problema, presentando una oportunidad clara para futuras optimizaciones. La investigación ha demostrado ser un ejercicio valioso para medir la efectividad y los límites de cada enfoque con datos del mundo real. Un hallazgo de gran valor práctico, derivado de la simula-

ción a escala nacional, fue la demostración de la superioridad en eficiencia y viabilidad del Enfoque Cliente-Producto para una implementación empresarial. Además, el proceso de evaluación del trabajo fue fundamental para documentar y resaltar áreas clave de mejora metodológica, como la necesidad de un tratamiento más sofisticado para variables temporales y la normalización de datos. Este aprendizaje constituye en sí mismo una valiosa guía para el desarrollo de proyectos similares en la industria.

Líneas de I/D futuras

Para evolucionar el trabajo y potenciar su rendimiento predictivo, la investigación futura se centrará en el refinamiento de la metodología actual. Se implementarán técnicas avanzadas de preprocesamiento, como la codificación de variables temporales cíclicas y la normalización de datos, para mejorar la capacidad de aprendizaje de los modelos. Adicionalmente, se explorará el planteamiento del problema como un modelo de regresión para la predicción directa de volúmenes, lo que podría ofrecer un valor operativo aún mayor para la toma de decisiones del negocio. Una segunda vía de desarrollo consistirá en expandir la arquitectura de la solución. Se investigará el uso de técnicas de clustering para crear modelos más especializados por segmento de cliente, así como el desarrollo de modelos híbridos que combinan las fortalezas de los dos enfoques estudiados. Finalmente, para lograr una visión más integral y precisa de la dinámica del mercado, se buscará enriquecer el análisis incorporando variables exógenas clave, como datos de promociones y factores económicos.



Predictive Models for the Anticipation of Beer Demand. Comparison of a General Approach with a Client-Product Approach

Advisor

Dr. Hasperué Waldo

Thesis approval date

May, 16 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: predictive models; demand forecasting; machine learning; mass consumption; decision trees

Motivation

In an increasingly competitive Argentine beer market, the optimization of commercial strategies is fundamental. This work is motivated by the industry's need to accurately anticipate the demand from retailers to improve inventory management and the effectiveness of promotions. The main objective of the research was to develop and evaluate predictive models to optimize said commercial planning. To achieve this, a rigorous comparison of two different methodological approaches was proposed. The first, a "General Approach," is based on recurrent neural networks (RNNs) to capture global market patterns. The second, a "Client-Product Approach," uses decision tree models to understand the individual behavior of each client-product combination. The purpose of this comparison is to determine which strategy offers the best combination of predictive accuracy and operational viability in a real-world mass consumption environment.

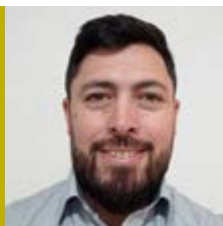
Thesis contributions

The main contribution of this work is the rigorous empirical comparison of two modeling strategies, one generalist and one granular, establishing a performance baseline for a complex problem such as demand forecasting. This analysis allowed for the identification of underfitting as a characteristic challenge of the problem, presenting a clear opportunity for future optimizations. The research has proven to be a valuable exercise in measuring the effectiveness and limitations of each approach with real-world data. A finding of great practical value, derived from the national-scale simulation, was the demonstration of the superior efficiency and viability of the Client-Product Approach for a business implementation.

Furthermore, the evaluation process of the work was fundamental in documenting and highlighting key areas for methodological improvement, such as the need for a more sophisticated treatment of temporal variables and data normalization. This learning itself constitutes a valuable guide for the development of similar projects in the industry.

Future Research Lines

To evolve the work and enhance its predictive performance, future research will focus on refining the current methodology. Advanced preprocessing techniques will be implemented, such as the encoding of cyclical temporal variables and data normalization, to improve the learning capacity of the models. Additionally, framing the problem as a regression model for the direct prediction of volumes will be explored, which could offer even greater operational value for business decision-making. A second line of development will consist of expanding the solution's architecture. The use of clustering techniques to create more specialized models by customer segment will be investigated, as well as the development of hybrid models that combine the strengths of the two approaches studied. Finally, to achieve a more comprehensive and precise view of market dynamics, the analysis will be enriched by incorporating key exogenous variables, such as promotions and economic factors data.



Aplicación de machine learning a la detección de fake news

Director

Dr. Gerardo Ignacio Simari

Codirector

Dr. Errecalde Marcelo

Fecha de aprobación

5 de junio de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: inteligencia artificial; machine learning; fake news

Motivación

La motivación de realizar el presente Trabajo Final Integrador surge a partir del impacto que tienen las fake news en las decisiones de las personas lo que las hace un tema de especial interés para ser abordado. Por otra parte, las posiciones encontradas en la literatura desde la perspectiva de minería de texto, procesamiento de lenguaje natural y aprendizaje automático ameritan su investigación y análisis. En un contexto donde la información circula de forma masiva y acelerada a través de medios digitales y redes sociales, la rápida difusión de noticias falsas representa un riesgo tangible para la sociedad en general. Por ello, avanzar en el estudio de métodos automáticos que permitan su detección temprana no solo representa un desafío técnico relevante, sino también una contribución significativa con potencial impacto social.

El objetivo general de este trabajo es realizar una revisión de las bases teóricas de las técnicas utilizadas en minería de texto y su aplicación al problema de detección de fake news a fin de contribuir a nuevas soluciones en este campo. Para llevar a cabo el objetivo general a continuación se presentan los siguientes objetivos específicos:

- Comprender las tecnologías empleadas relacionadas con el dominio del problema, tales como pandas, numpy, scikit-learn, nltk o matplotlib.
- Aplicar diferentes técnicas de procesamiento de lenguaje natural sobre un conjunto de datos, explorando la importancia de cada una de ellas.
- Estudiar el desempeño de un algoritmo base para el problema de detección de fake news, realizando varios ensayos con diferentes configuraciones de sus hiperparámetros y distintas técnicas de selección de características.
- Elaborar un cuadro comparativo que permita visualizar el impacto de las diferentes configuraciones, midiendo accuracy, precision, recall y f1-measure.

Aportes de la tesis

El aporte principal de este trabajo abarca un conjunto de experimentos que combinan diversas configuraciones de parámetros para mejorar el poder de predicción de un clasificador de noticias falsas, y así mismo demostrar la importancia de realizar estos ensayos. Se buscó mediante un trabajo experimental obtener diferentes modelos de un clasificador SVM y visualizar a partir de cuadros comparativos el impacto que tiene sobre el rendimiento de cada modelo entrenado el realizar estas configuraciones.

Líneas de I/D futuras

Existen diversos enfoques y algoritmos que en esta investigación no se han estudiado. En este sentido, una línea de trabajo futuro que se propone es considerar otras técnicas adicionales a las utilizadas para este trabajo a fin de evaluar que tanto estas pueden facilitar la tarea del clasificador si se realiza un análisis de palabras previo. Por otra parte, entrenar los modelos con mayor cantidad de datos y otros dataset puede ser una línea promisoría de trabajo futuro. Asimismo, un campo de estudio sobre el cual se viene trabajando bastante es el de la información multimodal para la identificación de pistas para la detección de noticias falsas. Hoy en día las tecnologías que soportan el aprendizaje profundo están evolucionando rápidamente por lo que se requiere de una atención especial poder estar al día con la documentación y las versiones más recientes.

Actualmente no existe un artículo científico de referencia en detección de fake news ni hay una metodología definida para elegir los mejores parámetros de los modelos que se entrenan. El problema de las noticias falsas se puede dar en cualquier idioma, el poder generalizar estos modelos de detección es un desafío interesante de resolver. Enriquecer el análisis incorporando variables exógenas clave, como datos de promociones y factores económicos.



Application of machine learning to detect fake news

Advisor

Dr. Gerardo Ignacio Simari

Codirector

Dr. Errecalde Marcelo

Thesis approval date

June, 5 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: artificial intelligence; machine learning; fake news

Motivation

The motivation for undertaking this thesis stems from the significant impact that fake news can have on people's decision-making, making it a topic of particular relevance. Additionally, the current state of the literature, particularly from the perspectives of text mining, natural language processing (NLP), and machine learning, underscores the need for further research and analysis. In today's world, where information spreads rapidly and widely through digital and social media, the rapid dissemination of fake news poses a significant threat to society. Therefore, advancing the study of automatic methods for early detection is not only a technical challenge but also a valuable contribution with meaningful social implications. The overall objective of this project is to review the theoretical foundations of text mining techniques and explore their application to the problem of fake news detection, with the aim of contributing to the development of new solutions in this field.

To achieve this, the following specific objectives are proposed:

- Gain an understanding of the key technologies used in the problem domain, such as pandas, numpy, scikit-learn, nltk, and matplotlib.
- Apply different NLP techniques to a dataset, exploring the importance of each.
- Evaluate the performance of a baseline algorithm for fake news detection by conducting multiple experiments using different configurations and feature selection techniques.
- Construct a comparative table to visualize the effects of these configurations, measuring key metrics such as accuracy, precision, recall, and F1-measure.

Thesis contributions

The main contribution of this work lies in a series of experiments for exploring the effect of varying parameter configurations to enhance the predictive performance of a fake news classifier, and also demonstrating the importance of systematic testing in model development. By conducting extensive experiments, we aimed to generate multiple versions of an SVM-based classifier and use comparative tables to visualize how different configurations influence the performance of each trained model.

Future Research Lines

There are several approaches and algorithms that were not explored in this work. A proposed direction for future work is to explore additional techniques beyond those used here, particularly to evaluate how prior word-level analysis may enhance the classifier's performance. Additionally, training models using alternative data sources could offer further improvements and insights. Another promising area for future exploration is the use of multimodal information, which has shown the potential in identifying clues for fake news detection by combining textual, visual, and other data types. With the rapid evolution of deep learning technologies, it is essential to stay current with the latest framework, tools, and documentation to take full advantage of emerging advancements. At present, there is no reference scientific paper nor standardized methodology for fake news detection, particularly when it comes to selecting optimal model parameters. Moreover, the fake news can appear in any language; generalizing detection models is an interesting challenge for future research.



Evaluación de Sistema Metrológico Operativo de Gas Natural mediante Análisis de Datos

Director

Dra. Ganuza María Luján

Fecha de aprobación

8 de agosto de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: metrología de gas natural; estaciones de medición; minería de datos; visualización de datos; caudal de gas; medidor ultrasónico; error de medición; odorización.

Motivación

El transporte de gas natural por gasoductos requiere garantizar la confiabilidad de las mediciones en distintos puntos del sistema, tanto fiscales como operativos. Mientras que los puntos fiscales cuentan con estrictos controles metrológicos y normativos, los puntos operativos suelen estar relegados a verificaciones periódicas sin calibraciones exhaustivas ni análisis profundos. Esta situación genera riesgos operativos, especialmente cuando los datos de dichos puntos se utilizan para procesos sensibles, como la inyección de odorante.

La motivación de este trabajo radica en aprovechar las técnicas de minería y visualización de datos para otorgar un nuevo valor a la información ya disponible, transformándola en una herramienta que permita comprender el funcionamiento de un sistema de medición operativo, detectar errores y anticipar anomalías, contribuyendo a la seguridad, eficiencia y confiabilidad del transporte de gas.

Aportes de la tesis

- Se aplicó un enfoque sobre información metrológica histórica, transformando registros tradicionalmente transaccionales en conocimiento útil para la operación.
- Se evidenció que, para caudales inferiores a 130.000 m³/h, la temperatura del gas tiende a copiar la tendencia de la temperatura ambiente, lo cual constituye un hallazgo aplicable a sistemas de bajo caudal.
- Se demostró que la comparación de nuestro sistema bajo análisis con el sistema aguas abajo del mismo, presenta menor error que respecto al sistema de aguas arriba, ofreciendo un criterio técnico para seleccionar referencias en la comparación de volúmenes.
- Se determinó que el error promedio de medición en condiciones normales es del 6%, mientras que en los meses de octubre a diciembre aumenta al 15% debido al gradiente

térmico.

- Se propuso incluir la diferencia entre temperatura de gas y temperatura ambiente como variable de control para optimizar la odorización, recomendación que ya comenzó a implementarse en campo.

Líneas de I/D futuras

- Desarrollo de modelos predictivos basados en machine learning para anticipar errores de medición y anomalías en tiempo real.
- Integración de datos ambientales en línea (clima, estacionalidad, variabilidad geográfica) al análisis de caudal y temperatura.
- Incorporación de sensores adicionales de bajo costo en puntos operativos para validar y enriquecer la información disponible.
- Diseño de dashboards interactivos y predictivos en plataformas BI, orientados tanto a despachadores como a analistas técnicos.
- Extensión del enfoque a otros sistemas de transporte e industrias energéticas, evaluando la transferibilidad de la metodología



Evaluation of a Natural Gas Operational Metrological System through data analysis

Advisor

Dra. Ganuza María Luján

Thesis approval date

August, 8 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: natural gas metrology; measurement stations; data mining; data visualization; gas flow; ultrasonic meter; measurement error; odorization

Motivation

The transportation of natural gas through pipelines requires reliable measurement at different points of the system, both fiscal and operational. While fiscal points are subject to strict metrological and regulatory controls, operational points are usually limited to periodic verifications without exhaustive calibrations or in-depth analysis. This situation poses operational risks, especially when the data from these points are used for sensitive processes such as odorant injection. The motivation for this work lies in leveraging data mining and visualization techniques to add new value to already available information, transforming it into a tool to better understand the performance of an operational measurement system, detect errors, and anticipate anomalies, thereby contributing to the safety, efficiency, and reliability of gas transportation.

Thesis contributions

- An approach was applied to historical metrological information, transforming traditionally transactional records into useful knowledge for operation.
- It was evidenced that, for flows below 130,000 m³/h, gas temperature tends to follow the trend of ambient temperature, which constitutes a finding applicable to low-flow systems.
- It was demonstrated that the comparison of the system under analysis with the downstream system shows lower error than with the upstream system, providing a technical criterion for selecting references in volume comparison.
- It was determined that the average measurement error under normal conditions is 6%, while from October to December it increases to 15% due to the thermal gradient.
- It was proposed to include the difference between

gas temperature and ambient temperature as a control variable to optimize odorization, a recommendation that has already begun to be implemented in the field.

Future Research Lines

- Development of machine learning predictive models to anticipate measurement errors and real-time anomalies.
- Integration of environmental data in real time (weather, seasonality, geographic variability) into flow and temperature analysis.
- Incorporation of low-cost additional sensors in operational points to validate and enrich available information.
- Design of interactive and predictive BI dashboards aimed at both dispatchers and technical analysts.
- Extension of the methodology to other transportation systems and energy industries, assessing the transferability of the approach.



Modelado basado en Autómatas Celulares Extendidos para la Simulación Resistencia - Chaco

Director

Dr. Pablo Cristian Tissera

Codirectora

Dra. Laura De Giusti

Fecha de aprobación

5 de junio de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: estado del arte en autómatas celulares

Motivación

La aplicación de autómatas celulares (AC) es considerada por el tesista como un tema ampliamente observado en la actualidad, capturando la atención de investigadores en diversos campos del conocimiento, particularmente en ciencias de la computación. Es así que este trabajo se orienta al estudio de los AC, a fin de aplicarlos en tareas de modelado y simulación sobre fenómenos generales. Se parte del análisis de la tesis doctoral “Modelo Basado En Autómatas Celulares Extendidos Para Diseñar Estrategias De Evacuaciones en Casos de Emergencia” perteneciente al Dr. Cristian Tissera, y de una experiencia de trabajo previa en el curso Cloud Computing y Aplicaciones Sociales dictado por el Dr. Tissera (UNLP – Jornadas de Cloud Computing).

Luego del cursado de las asignaturas pertenecientes a la maestría “CÓMPUTO DE ALTAS PRESTACIONES”, el estudiante centra su interés en tareas de modelado y simulación de sistemas, a partir de lo cual surge la motivación para el estudio del mismo en aplicaciones en la academia e industria. En consecuencia se propone el presente trabajo final para la carrera de especialización “CÓMPUTO DE ALTAS PRESTACIONES Y TECNOLOGÍA GRID”, con la aspiración de extender los estudios y desarrollos, en un futuro cercano, como tesis de la mencionada carrera de maestría.

El objetivo del trabajo es realizar una revisión del estado del arte sobre la aplicación de AC, en el modelado de fenómenos específicos, poniendo especial interés en aquellos cuyo proceso de simulación es llevado adelante mediante la aplicación de diferentes metodologías de paralelización.

Aportes de la tesis

El trabajo tiende a documentar los distintos tipos de autómatas celulares, su funcionalidad, aplicaciones en la ciencia y la industria en general y analizar diferentes arquitecturas computacionales para algún caso particular de estudio. Se presentan principalmente casos de usos de AC

desde diferentes perspectivas. En el capítulo I se presenta el ámbito y alcance del estudio, describiendo algunos conceptos introductorios relacionados con los AC. En el capítulo II se aborda una caracterización de AC, de acuerdo a una indagación previa del estado del arte, teniendo en cuenta diferentes matices para alcanzar tal caracterización. En el capítulo III se destacan algunos campos de aplicación general y específica de los AC, principalmente en ciencias y tecnologías, observando algunas aplicaciones innovadoras. En el capítulo IV se analizan posibles arquitecturas computacionales susceptibles de ser utilizadas para el procesamiento de AC, con el objeto de incrementar el rendimiento en el momento de procesamiento para la simulación. En el capítulo V se avanza sobre el análisis de un campo específico de aplicación, lo que será insumo para próximas investigaciones, previendo el desarrollo basado en un modelo formal. Este particular es comentado en la sección de Trabajos Futuros, y Conclusiones generales.

Líneas de I/D futuras

Se prevé modelar un espacio celular para contener la geometría de la ciudad de Mendoza, para luego ser plasmada sobre un AC, con la capacidad de evolucionar a través de la aplicación de programación paralela. Este espacio celular se complementará con la definición de una estructura de datos que interactúe con él: el agente inteligente.

Se utilizarán técnicas de programación paralela para realizar una descomposición del dominio de datos, generando un conjunto de autómatas celulares, los cuales deben interactuar entre sí, a través de técnicas de programación paralela que surgirán de un estudio previo del trabajo propuesto.



Extended Cellular Automata-Based Modeling for Simulation in Resistencia - Chaco

Advisor

Dr. Pablo Cristian Tissera

Codirectora

Dra. Laura De Giusti

Thesis approval date

June, 5 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: technologies; technological education; strategy; didactics; learning theories; programming; scratch

Motivation

The application of cellular automata (CA) is considered by the thesis author as a widely observed topic today, capturing the attention of researchers in various fields of knowledge, particularly in computer science. Thus, this work is oriented toward the study of CA, with the aim of applying them to modeling and simulation tasks for general phenomena. It is based on the analysis of the doctoral thesis “Model Based on Extended Cellular Automata to Design Evacuation Strategies in Emergency Situations” by Dr. Cristian Tissera, as well as on previous work experience in the course Cloud Computing and Social Applications taught by Dr. Tissera (UNLP – Cloud Computing Workshops).

After completing the coursework corresponding to the master's program “High-Performance Computing”, the student focused their interest on modeling and simulation of systems, from which the motivation arose to study this topic in academic and industrial applications. Consequently, this final project is proposed for the specialization program “High-Performance Computing and Grid Technology”, with the aspiration of extending these studies and developments, in the near future, as the thesis for the aforementioned master's program.

The objective of this work is to conduct a review of the state of the art regarding the application of CA in the modeling of specific phenomena, with special attention to those whose simulation processes are carried out through different parallelization methodologies.

Thesis contributions

The work aims to document the different types of cellular automata, their functionality, and their applications in science and industry in general, as well as to analyze different computational architectures for a particular

case study. The document mainly presents use cases of CA from various perspectives.

Chapter I presents the scope and context of the study, describing introductory concepts related to CA.

Chapter II addresses a characterization of CA based on a prior review of the state of the art, considering different nuances to achieve such characterization.

Chapter III highlights several fields of general and specific application of CA, mainly in science and technology, noting some innovative applications.

Chapter IV analyzes possible computational architectures that could be used for CA processing, with the aim of increasing performance during simulation processing.

Chapter V advances the analysis of a specific application domain, which will serve as input for future research, anticipating development based on a formal model. This aspect is discussed in the section on Future Work and General Conclusions.

Future Research Lines

It is planned to model a cellular space to represent the geometry of the city of Mendoza, which will then be implemented on a cellular automaton (CA) with the ability to evolve through the application of parallel programming. This cellular space will be complemented by the definition of a data structure that interacts with it: the intelligent agent.

Parallel programming techniques will be used to perform a decomposition of the data domain, generating a set of cellular automata that must interact with each other through parallel programming methods derived from a prior study of the proposed work.



Nuevos componentes para el diseño de Cableado Estructurado

Director

Dr. Daniel Arias Figueroa

Codirector

Lic. Francisco Javier Díaz

Fecha de aprobación

16 de octubre de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: cableado estructurado inteligente; topología: PoE; ethernet de par único; centros de datos; inteligencia artificial; patch panel inteligentes; estándares de cableado estructurado

Motivación

En la actualidad, los diseños de las redes locales de datos deben proveer calidad, flexibilidad, valor y funcionalidad, no sólo para cubrir las necesidades actuales, también deben soportar los requerimientos futuros. La supervivencia de las organizaciones depende de la confiabilidad y efectividad del intercambio de información y éste a su vez de la confiabilidad y efectividad del diseño de su infraestructura de red. Mediante la instalación de cableado estructurado se busca crear una infraestructura que sea altamente confiable con capacidad de ofrecer servicios de telecomunicaciones, de acuerdo con los nuevos requerimientos para el manejo de la información. Tradicionalmente, la infraestructura de cableado de un edificio corporativo es en lo último en lo que se piensa; de hecho, los cables no son contemplados en general en el presupuesto de la obra civil, su planeación e instalación se realiza cuando el edificio está listo para ocuparse y, generalmente, se utilizan varios tipos de cables para distintas funciones. Se podría afirmar que el cable ocupa una de las últimas jerarquías en las preocupaciones de propietarios, ingenieros y arquitectos. Este trabajo bibliográfico tiende a esclarecer el tema de cableado estructurado en cuanto a las normativas internacionales vigentes, normas en el país y nuevos componentes, como las patcheras inteligentes, desarrollados a fin de que constituya un material de referencia para las futuras obras de cableado estructurado.

Aportes de la tesis

El presente trabajo pretende brindar aportes en los siguientes temas:

- Nuevos estándares de cableado estructurado: Los estándares para el cableado estructurado se actualizan constantemente, sobre todo en esta década, en que la Inteligencia Artificial, el internet de las cosas (IoT), etc, exigen nuevas formas, lo que se ve reflejado en la creación de nuevos estándares o actualización de los actuales.

- Componentes de un sistema de cableado estructurado: Dar un enfoque sistemático de cableado, para lograr un sistema ordenado y de fácil comprensión para los instaladores, administradores y técnicos que interactúan con él. El cableado estructurado pretende soportar todos los sistemas de comunicación actuales y futuros y es neutral respecto al protocolo de transmisión y los dispositivos finales. Se estima que el cableado estructurado siga siendo la principal forma de interconexión gracias a su capacidad de llevar energía eléctrica a dispositivos.

- Nuevos desarrollos de componentes inteligentes: Como los “patch panel inteligentes”, los cuales son dispositivos que combinan funcionalidades avanzadas con la infraestructura de redes, especialmente en entornos de tecnología de la información y comunicaciones (TIC). Permite: Gestión remota, Detección de problemas, Automatización y programación, Seguridad mejorada y Monitoreo en tiempo real.

Líneas de I/D futuras

- Infraestructura de centros de datos para permitir el correcto desarrollo de la inteligencia artificial: El advenimiento de la IA está imponiendo nuevos desafíos, los centros de datos deben enfrentar la incorporación de nuevas tecnologías en términos de equipos activos, los cuales demandan mayor consumo de energía y mayor ancho de banda, lo que trae como consecuencia conductores eléctricos de mayor capacidad, mayor generación de calor, mayor cantidad de cables de datos, y la necesidad de extraer el calor generado en un espacio más reducido y cada vez más densamente poblado y rodeado por canalizaciones y cables de todo tipo que dificultan la operación del sistema de enfriamiento.

- Preparación para IoT (Internet de las cosas): con el Ethernet de par único para conexiones de edificios inteligentes.
- Profundizar el enfoque en la sostenibilidad: Como ser la reducción de la huella de carbono.



New Components for Structured Cabling Design

Advisor

Dr. Daniel Arias Figueroa

Codirector

Lic. Francisco Javier Díaz

Thesis approval date

October, 16 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: intelligent structured cabling; topology: PoE; single-pair ethernet; data centers; artificial intelligence; smart patch panels; structured cabling standards

Motivation

Currently, local area network designs must provide quality, flexibility, value, and functionality not only to meet present needs but also to support future requirements. The survival of organizations depends on the reliability and effectiveness of information exchange, which in turn relies on the robustness of their network infrastructure design. By implementing Structured Cabling, the goal is to create a highly reliable infrastructure capable of delivering telecommunications services in alignment with modern information management demands. Traditionally, the cabling infrastructure of a corporate building is treated as an afterthought; in fact, cabling is often excluded from civil engineering budgets. Planning and installation usually occur only when the building is ready for occupancy, frequently resulting in the use of disparate cable types for different functions. It could be argued that cabling occupies one of the lowest priorities for owners, engineers, and architects. This literature review aims to clarify the subject of structured cabling regarding current international standards, national regulations, and emerging components such as Intelligent Patch Panels to serve as a reference material for future structured cabling projects

Thesis contributions

This project aims to provide contributions in the following areas:

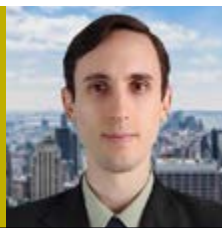
- New Structured Cabling Standards: Structured cabling standards are subject to constant updates, particularly in this decade where Artificial Intelligence (AI) and the Internet of Things (IoT) demand new architectures. This evolution is reflected in the creation of new standards and the continuous revision of existing ones.
- Structured Cabling System Components: To provide a

systematic approach to cabling, ensuring an organized and easily understandable system for installers, administrators, and technicians. Structured cabling is designed to support all current and future communication systems, remaining neutral regarding transmission protocols and end devices. It is estimated that structured cabling will remain the primary interconnection method due to its Power over Ethernet (PoE) capabilities.

- New Developments in Intelligent Components: Such as Intelligent Patch Panels, which are devices that integrate advanced functionalities into network infrastructure, especially within Information and Communication Technology (ICT) environments. These components enable: Remote Management. Fault Detection. Automation and Scheduling. Enhanced Security. Real-time Monitoring.

Future Research Lines

- Data Center Infrastructure for Artificial Intelligence Development: The advent of AI is presenting new challenges; data centers must address the integration of emerging technologies in active equipment. These advancements demand higher power consumption and increased bandwidth, resulting in higher-capacity electrical conductors, greater heat generation, and a larger volume of data cabling. Furthermore, there is a critical need to dissipate heat within increasingly confined and densely populated spaces, where conduits and cables of all types can hinder the efficiency of cooling system.
- IoT (Internet of Things) Readiness: Implementation of Single-Pair Ethernet (SPE) for smart building connectivity.
- Strengthening the Focus on Sustainability: Specifically regarding the reduction of the carbon footprint within network infrastructure.



Gossip Hive: Honeypots como fuente de Cyber Threat Intelligence

Directora
Mg. Paula Venosa

Codirectora
Dra. Patricia Bazán

Fecha de aprobación
4 de diciembre de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: ciberseguridad; cyber threat intelligence; ciberamenazas; cyber deception; indicadores de compromiso; honeypots; MISP; T-Pot

Motivación

La razón que motiva al desarrollo del Trabajo Final Integrador, es la posibilidad de mejorar la postura en ciberseguridad de las organizaciones al compartir información de Cyber Threat Intelligence (CTI). Esta información puede ser provista por diferentes feeds, como ser honeypots. La información de la cual se nutren las plataformas de CTI, son los indicadores de compromiso. Es decir, dado un conjunto de datos proporcionados por un honeypot, al ser vinculados con una herramienta de CTI, serán tratados como indicadores de compromiso de ciberseguridad y estarán listos para compartir y distribuir entre las comunidades de confianza. Si un atacante interactúa con un honeypot, la información del ataque (y el atacante) será fuente de alimentación para la plataforma de CTI, y en consecuencia, comparte la información. Las otras organizaciones que reciban la información del atacante, de forma preventiva podrán accionar en mecanismos que controlen o mitiguen el accionar del atacante. Cabe destacar que, el atacante bien podría ser una persona actuando desde algún dispositivo de forma manual, o bien un programa con instrucciones para atacar de forma sistematizada.

La información recolectada por el honeypot dependerá de cómo ha sido implementado, el servicio que preste así como su nivel de interacción.

El objetivo general de este Trabajo Integrador Final es relacionar a los honeypots como fuente de información con una herramienta de Cyber Threat Intelligence (CTI). Una plataforma de CTI permite la recopilación, análisis y compartición de datos, recopilados por los honeypots, mejorando así la capacidad de respuesta y prevención ante posibles ataques que puedan recibir las organizaciones con las que se comparte la información.

Aportes de la tesis

Parte del desarrollo del trabajo de investigación ha sido

aportado en diferentes congresos y foros de investigación. En octubre de 2024, ha sido expuesto en el XXX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CASIC 2024), dentro del Workshop de Seguridad Informática, el shortpaper de “Honeypots: análisis de implementaciones para ciberseguridad de una red organizacional” (15388-SP). Se han analizado un conjunto de honeypots para continuar la investigación. Considerando su integración con otros honeypots, el análisis de datos, la madurez y las continuas contribuciones que sigue recibiendo se ha optado por T-Pot. En abril de 2025, se realizó otro aporte en el XXVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2025), en la Universidad Nacional de Cuyo (UnCuyo), Mendoza. El título del shortpaper expuesto fue “Honeypots como fuente de inteligencia de ciberamenazas” en la categoría de Seguridad Informática. Se ha establecido la importancia de contar con mecanismos adecuados para la comunicación entre honeypots y plataformas de CTI.

En junio de 2025, en el XXIII Jornadas de Cloud Computing, Big Data & Emerging Topics (JCC-BD&ET 2025) se ha expuesto otro shortpaper, “Internet deception to share IoC”, en donde se describieron distintos mecanismos de comunicación específicos a usar y distintas plataformas de CTI.

Los scripts de Gossip Hive usados con Malware Information Sharing Platform (MISP) e IntelOwl quedan a disposición en el repositorio de GitHub ubicado en <https://github.com/pg-mkcode/gossip-hive>

Líneas de I/D futuras

Componentes modulares para IntelOwl:

En este trabajo de investigación se ha realizado un módulo “Analyzer” personalizado para tomar información de T-Pot. A partir de este módulo se pueden aportar mejoras en el uso de los datos recolectados, como por ejemplo el módulo “Connectors”, para enviar resultados analizados a herra-

mientas externas. El módulo “Pivots”, para realizar consultas adicionales a los IoC recolectados. En caso de requerir un análisis amplio y automatizado como flujo de trabajo, usar el analizador en un “Playbook”.

Integrar servidor TAXII con T-Pot:

Implementar un servidor TAXII que tenga un mecanismo de interacción con T-Pot de manera tal que la información recolectada sea accedida por medio del protocolo estandarizado para compartir información de CTI.

Mejoras en los módulos de SOAR:

Al implementar Shuffle Automation como SOAR, el módulo de MISP, luego de ser configurado no conectaba con la instancia de MISP, imposibilitando la configuración. Aquí se podría crear un nuevo módulo para MISP que mejore los mecanismos de comunicación y parámetros para utilizar para el envío de los datos recolectados.

Como el SOAR mencionado ha dado resultados infructuosos, se implementó n8n, que incluye un módulo para MISP. Al intentar enviar objetos de MISP en el módulo, no existe tal opción. Implementar este módulo es de gran ayuda para compartir objetos a MISP de forma automatizada, e incluida en un flujo de trabajo.



Gossip Hive: Honeypots as a Source of Cyber Threat Intelligence

Advisor

Mg. Paula Venosa

Codirector

Dra. Patricia Bazán

Thesis approval date

December, 4 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: cybersecurity; cyber threat intelligence; cyber threats; cyber deception; indicators of compromise; honeypots; MISP; T-Pot

Motivation

The motivation behind the development of this Final Integrative Project is the possibility of improving the cybersecurity posture of organizations by sharing Cyber Threat Intelligence (CTI) information. This information can be provided by different feeds, such as honeypots. The information used by CTI platforms consists of indicators of compromise. That is, given a set of data provided by a honeypot, when linked to a CTI tool, it will be processed as cybersecurity indicators of compromise and will be ready to be shared and distributed among trusted communities. If an attacker interacts with a honeypot, the information about the attack (and the attacker) will become a data source for the CTI platform, and consequently, it will be shared. Other organizations that receive information about the attacker can proactively activate mechanisms to control or mitigate the attacker's actions. Notably, the attacker may be a human actor operating manually or an automated script designed for systematic attacks.

The information collected by the honeypot will depend on how it has been implemented, the service it provides, and its level of interaction.

The general objective of this Final Integrative Project is to relate honeypots as an information source with a Cyber Threat Intelligence (CTI) tool. A CTI platform allows the collection, analysis, and sharing of data gathered by honeypots, thus improving the capacity for response and prevention against potential attacks that may target organizations with which the information is shared.

Thesis contributions

Part of the research work developed has been presented at different conferences and research forums.

In October 2024, it was presented at the XXX Argentine Congress of Computer Science (CASIC 2024), within the

Information Security Workshop, with the short paper titled "Honeypots: analysis of implementations for cybersecurity in an organizational network" (15388-SP). A set of honeypots was analyzed to continue the research. Considering their integration with other honeypots, data analysis capabilities, maturity, and the ongoing contributions they continue to receive, T-Pot was selected. In April 2025, another contribution was made at the XXVII Workshop of Researchers in Computer Science (WICC 2025), at the Universidad Nacional de Cuyo (UnCuyo) in Mendoza. The title of the short paper presented was "Honeypots as a source of cyber threat intelligence", in the Information Security category. The importance of having appropriate mechanisms for communication between honeypots and CTI platforms was established.

In June 2025, at the XXIII Conference on Cloud Computing, Big Data & Emerging Topics (JCC-BD&ET 2025), another short paper titled "Internet deception to share IoC" was presented, describing different specific communication mechanisms to be used and different CTI platforms.

The Gossip Hive scripts used with Malware Information Sharing Platform (MISP) and IntelOwl are available in the GitHub repository located at: <https://github.com/pgmkcode/gossip-hive>

Future Research Lines

Modular Components for IntelOwl:

In this research work, a custom "Analyzer" module was developed to collect information from T-Pot. Based on this module, improvements can be made in the use of the collected data. For example, the "Connectors" module can be used to send analyzed results to external tools. The "Pivots" module can be used to perform additional queries on the collected Indicators of Compromise (IoC). In

cases where a broader and automated analysis is required as part of a workflow, the analyzer can be used within a “Playbook.”

Integrating a TAXII Server with T-Pot:

Implement a TAXII server with an interaction mechanism with T-Pot, so that the collected information can be accessed through the standardized protocol for sharing Cyber Threat Intelligence (CTI) information.

Improvements in SOAR Modules:

When implementing Shuffle Automation as a SOAR platform, the MISP module, after being configured, failed to connect with the MISP instance, preventing proper configuration. A potential improvement would be the development of a new MISP module that enhances communication mechanisms and configuration parameters used to send the collected data.

Since the aforementioned SOAR platform produced unsuccessful results, n8n was implemented instead, which includes a module for MISP. However, when attempting to send MISP objects through the module, such an option is not available. Implementing this functionality would be highly beneficial for automatically sharing objects with MISP, integrating this capability within a workflow.



Juegos Serios Educativos Digitales Orientados a la Enseñanza de la Matemática en Educación Secundaria. Estado del Arte

Directora

Dra. Cecilia Sanz

Codirectora

Dra. Verónica Artola

Fecha de aprobación

25 de marzo de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: juegos serios educativos; matemáticas; nivel medio; sistemas de representación de objetos matemáticos; estrategias cognitivas; propósitos didácticos; aprendizaje

Motivación

En la sociedad de la información y la tecnología digital, la formación matemática se presenta como herramienta imprescindible para conformar sistemas de representación de la realidad y desarrollar capacidades de generalización y abstracción. La enseñanza de esta disciplina en el nivel medio, sobre la que hace foco esta investigación, está orientada a estudiantes adolescentes que en su mayoría cuentan con poca autorregulación, escasas motivaciones para el estudio y dificultades para mantener la atención. En la enseñanza y aprendizaje de la matemática es particularmente importante el uso de diferentes sistemas de representación para la formación adecuada de los conceptos. Del Río (2017) citando a Duval (2006), indica que el único modo de acceder a los objetos matemáticos y trabajar con ellos es a través de representaciones semióticas, ya que los mismos no son accesibles físicamente. Y estos conceptos requieren de procesos cognitivos complejos, ya que “la actividad matemática requiere una coordinación interna, que ha de ser construida, entre los diversos sistemas de representación que pueden ser elegidos y usados” (Duval, 2006, p.145).

Hitt (1998) afirma que el uso de tecnologías digitales para el aula ofrece la posibilidad de representar múltiples conceptos matemáticos facilitando la articulación entre los mismos, y de este modo, el acceso a un nivel más profundo en el aprendizaje de la matemática.

Entre estas tecnologías se destacan los juegos serios digitales, que tienen como objetivo no sólo el entretenimiento del usuario, sino además objetivos adicionales como abordar la adquisición de habilidades, potenciar diversas áreas del conocimiento, promover cambios de actitud, entre otros (Sandí Delgado, 2018). Cuando se enfocan en objetivos educativos se los denomina juegos serios educativos, en adelante JS.

En el contexto actual de escenarios educativos multidimensionales, donde el conocimiento se produce y distribuye de forma compleja (Lion y Perosi, 2019), los JS emergen como herramientas valiosas. Estos promueven habilidades como la indagación, la hipotetización, la transferencia de conocimientos y la resolución de problemas, además de fomentar la interacción y la inteligencia colectiva. Ofrecen contextos a través de sus relatos, que permiten contextualizar los saberes y darles sentido por fuera del aula. Y, al integrar el juego, transforman el error en una oportunidad de análisis constructivo, útil para enfrentar situaciones nuevas.

En consecuencia, las habilidades que promueven los JS, no solo favorecen la enseñanza de un modo general, sino que, además, forman parte de los procesos cognitivos necesarios en el área de la matemática para poder abordar aprendizajes y conceptos más complejos.

En los últimos años, ha crecido el interés sobre las posibilidades que ofrecen los JS en la enseñanza. Los estudios recopilados concluyen que el uso de éstos mejora significativamente la motivación, disminuye la deserción y las tensiones en los procesos de evaluación, y contribuye a la construcción de aprendizajes duraderos. Sin embargo, algunos muestran que en este ámbito de investigación aún falta evidencia empírica que permita determinar su potencial educativo.

Teniendo presente la importancia de la formación matemática y su complejidad cognitiva en el aprendizaje, las evidencias de las ventajas y limitaciones que se han constatado en la implementación de JS aplicados a la enseñanza, y la expansión que muestra el consumo de los juegos digitales entre los jóvenes, surgen los objetivos y las preguntas que motivan esta investigación.

Este trabajo tiene como **objetivo principal** describir el es-

tado del arte en relación al desarrollo de juegos serios educativos digitales orientados a la enseñanza de la matemática en el nivel medio, en Iberoamérica.

Para ello, se definen como **objetivos específicos**:

1. Identificar juegos serios educativos digitales orientados a la enseñanza de la matemática en el ámbito de la Educación Media en Iberoamérica

2. Realizar una revisión sistemática de literatura para llevar a cabo el análisis comparativo de una selección de experiencias con juegos educativos mencionados en los estudios escogidos, indagando:

a. país de origen

b. trayecto educativo y edades al que se orienta

c. temas o conocimientos matemáticos abordados

d. sistemas de representación de los objetos matemáticos incorporados

e. propósitos didácticos y estrategias cognitivas involucradas

f. características del juego, clasificación

g. modo de juego: individual o grupal, colaborativo o competitivo

h. de uso libre o comercial, tipo de licencia

i. uso en computadoras y/o dispositivos móviles.

3. Identificar en los juegos hallados, si se han realizado estudios formales que vinculan su aplicación en el ámbito educativo con la mejora del aprendizaje. De ser así, a qué aspectos de mejora hacen referencia los hallazgos y cuáles han sido las técnicas e instrumentos utilizados para recolectar los datos.

Aportes de la tesis

Este trabajo presenta un aporte para el diseño y uso de juegos serios educativos y de propuestas didácticas que los incluyan y favorezcan el aprendizaje de la matemática en el nivel medio.

Los diferentes estudios confirman que la implementación de JS favorece el aprendizaje de la matemática y los procesos de razonamiento relacionados con ella; aumentan la motivación, compromiso y participación activa de los estudiantes.

El análisis comparativo de los distintos aspectos de diseño del JS con las evidencias en los resultados del aprendizaje, revelan que los desarrollos que incluyeron estrategias cognitivas más complejas, múltiples propósitos didácticos y dos o más sistemas de representación de objetos matemáticos, alcanzaron un impacto mayor en el aprendizaje de la matemática. Los que se caracterizaron por un diseño más simple, obtuvieron también un impacto mucho menor. Esto destaca la necesidad de integrar los JS a la enseñanza, articulando representaciones simultáneas para los conceptos matemáticos, y profundizando en torno a procesos cognitivos específicos.

Se observa, además, que las propuestas de JS orientadas a la matemática en nivel medio en Iberoamérica son aún escasas, y la mayor parte de los diseños no incluye a estudiantes de nivel intermedio.

Líneas de I/D futuras

Este trabajo sienta las bases para futuras investigaciones sobre el desarrollo de juegos serios y diseños didácticos para la enseñanza de matemáticas en secundaria. Se propone la investigación y selección de mecánicas de juego que promuevan la comprensión conceptual, la resolución de problemas y el razonamiento matemático, adaptándose a las necesidades y estilos de aprendizaje de los estudiantes. Líneas futuras de investigación podrían incluir la creación y evaluación de prototipos de juegos, propuestas de gamificación, y secuencias de aprendizaje que integren diferentes sistemas de representación matemática y múltiples propósitos didácticos, implementados y evaluados en contextos educativos reales para determinar la efectividad de esta estrategia educativa innovadora.



Digital Educational Serious Games Oriented to Secondary Education Mathematics Teaching. State of the art

Advisor

Dra. Cecilia Sanz

Codirectora

Dra. Verónica Artola

Thesis approval date

March, 25 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: serious digital educational games; mathematics; secondary level; representation systems of mathematical objects; cognitive strategies; didactic purposes; learning

Motivation

In a society of information and digital technology, mathematics education is conceived of as a vital tool to form representation systems of reality and to develop abilities of generalization and abstraction. The teaching of this discipline at the secondary level, on which this research focuses, is oriented to teenage students, most of whom have poor self-regulation, scarce motivation to study and difficulties to keep attention.

In mathematics teaching and learning, it is particularly important to use different representation systems in order to form concepts correctly. Del Río (2017), citing Duval (2006), indicates that the only way to get access to mathematical objects and work with them is through semiotic representations, since they are not physically accessible. These concepts also call for complex cognitive processes, since “mathematical activity requires an internal coordination (which must be constructed) between the different representation systems that can be chosen and used” (Duval, 2006, p.145).

Hitt (1998) affirms that the use of digital technologies in the classroom makes it possible to represent multiple mathematical concepts, facilitating the articulation among them, and therefore, enabling the access to a deeper level in mathematics learning. ¹ The degree of Técnica Universitaria en Química is translated here as “Associate in Chemistry” because of the similarity between both degrees. The degree of Técnica Universitaria en Química is an intermediate degree which is obtained after completing three of the five years of the course of study in Chemical Engineering at the National Technological University.

Among these technologies, digital serious games stand out. Their objective is not only to entertain the user, but also to deal with the acquisition of abilities, to enhance

several areas of knowledge, to promote attitude changes, among others (Sandí Delgado, 2018). When these games focus on educational objectives, they are called educational serious games, hereinafter SG.

In the current context of multidimensional educational scenarios, where knowledge is produced and distributed in a complex way (Lion y Perosi, 2019), SG are presented as valuable tools. These games promote abilities like inquiry, hypothesising, knowledge transference and problem solving, besides fomenting interaction and collective intelligence. Through their stories, they offer contexts that allow to contextualize knowledge and to give it sense outside the classroom. In addition, by integrating the gaming, they transform mistakes into an opportunity to analyze constructively, which is useful to deal with new situations.

Consequently, the skills promoted by the SG not only favor teaching in general, but are also part of the cognitive processes which are necessary in mathematics to address the learning of more complex concepts.

In recent years, there has been a growing interest in the possibilities offered by SG for teaching. The studies gathered conclude that the use of these games significantly improves motivation, reduces desertion and tension in evaluation processes, and contributes to the construction of long-lasting knowledge. However, some of them show that there is still a lack of empirical evidence on this field of investigation to determine the educational potential of SG.

The **objectives** and the questions that motivate this investigation are settled taking into consideration the importance of mathematical education and its cognitive complexity in learning, the evidence about the advantages and limitations proven on the implementation of SG

applied to teaching, and the expansion in the use of digital games among the young.

The main objective of this thesis is to describe the state of the art on the development of digital educational serious games oriented to mathematics teaching at the secondary level in Ibero-America.

For that purpose, the **specific objectives** are:

1. To identify digital educational serious games oriented to mathematics teaching at the secondary education level in Ibero-America.
2. To revise literature systematically to carry out a comparative analysis of a selection of experiences with educational games mentioned in the chosen studies, investigating:
 - a. country of origin
 - b. educational level and ages to which it is oriented
 - c. mathematical topics presented
 - d. representation systems of mathematical objects incorporated
 - e. didactic purposes and cognitive strategies involved
 - f. characteristics and classification of the game
 - g. game mode: individual or group game, collaborative or competitive game
 - h. license type: free or commercial game
 - i. game use: computer and/or mobile device game
3. To identify on the collected games whether formal studies have been carried out to link their application on the educational field to an improvement on learning. If so, which are the aspects of improvement that were found and which have been the techniques and instruments used to collect the information.

Thesis contributions

This research contributes to the design and use of educational serious games and of didactic proposals that include them and that favour mathematics learning at the secondary level.

The different studies confirm that the implementation of SG favours the learning of mathematics and the development of the reasoning processes associated with it. It also increases motivation, commitment, and active participation from the students.

The comparative analysis of the different design aspects of the SG and the evidence on the learning results reveal that the developments which included more complex cognitive strategies, multiple didactic purposes and two or more representation systems of mathematical objects made a bigger impact on the learning of mathematics. Those characterized by a simpler design, consequently, made a much smaller impact. This emphasizes the need to integrate SG into teaching, articulating simultaneous

representations for mathematical concepts and deepening on specific cognitive processes.

In addition, it is noticed that the proposals of SG oriented to mathematics at the secondary level in Ibero-America are still scarce, and most of the designs do not include students of secondary education.

Future Research Lines

This thesis sets the foundations for future research on the development of serious games and didactic designs for the teaching of mathematics at the secondary school. What is proposed is the investigation and selection of game mechanisms that promote conceptual comprehension, problem solving and mathematical reasoning, and that also adapt to the needs and learning styles of the students. Future lines of research could include the creation and evaluation of game prototypes, gamification proposals, and learning sequences that integrate different mathematical representation systems and multiple didactic purposes. All these ideas should be implemented and evaluated in real educational contexts to determine the effectiveness of this innovative educational strategy.



Revisión y análisis del impacto de la utilización de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje en la resiliencia de estudiantes universitarios

Directora

Dra. Cecilia Sanz

Codirectora

Dra. Rexarch Dolores

Fecha de aprobación

9 de diciembre de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: EVEA; resiliencia académica; tecnología digital; educación superior; revisión sistemática; autoeficacia; bienestar; resiliencia digital

Motivación

El presente Trabajo Final Integrador aborda el impacto de la utilización de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje (EVEA) en la resiliencia académica (RA) de estudiantes universitarios. En un contexto donde la educación superior ha experimentado una profunda transformación impulsada por la integración de herramienta tecnológica digital y acelerada por la pandemia de COVID-19, se hace indispensable comprender cómo los estudiantes afrontan y superan los desafíos en estos nuevos escenarios.

El objetivo general de este trabajo de especialización es analizar y evaluar el impacto del uso de tecnologías digitales, mediadoras de procesos de enseñanza y aprendizaje, como factor predictivo de resiliencia académica en estudiantes universitarios. Para ello, se realizó una revisión sistemática de la literatura (RSL), siguiendo fases estructuradas que incluyeron la definición de preguntas de investigación, el establecimiento de criterios de inclusión y exclusión, la búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas y la evaluación de la calidad de los estudios seleccionados.

Los principales hallazgos de esta revisión sistemática revelan que la relación entre los EVEA y la RA es compleja, indirecta y multifactorial. Se identificó que solo una minoría de investigaciones aborda directamente esta relación, aunque demuestran que los EVEA, cuando se acompañan de estrategias pedagógicas específicas, pueden ser espacios propicios para el fortalecimiento de la RA. La mayoría de los estudios exploran esta conexión de forma contextual o mediada por otras variables como el bienestar psicológico, la autoeficacia, el apoyo social o el acceso digital.

La tecnología digital (TD) se manifiesta como una mediadora que condiciona y potencia la activación de recursos personales, sociales y contextuales que permiten a los es-

tudiantes adaptarse a condiciones adversas sin perder la motivación. Durante la pandemia de COVID-19, la TD fue fundamental para garantizar la continuidad pedagógica, facilitar el acceso a recursos y mantener las relaciones académicas y sociales, reconfigurando los EVEA como espacios de interacción social y contención emocional.

En este contexto, surge el concepto de resiliencia digital, definida como la capacidad de los estudiantes para superar obstáculos tecnológicos y mantener la continuidad educativa en entornos virtuales, lo que implica habilidades para recuperarse del estrés del aprendizaje digital y proteger la salud emocional y el bienestar. Los factores individuales (como la autoeficacia, la adaptabilidad, la autorregulación y las habilidades blandas), los factores sociales (apoyo de pares, amigos y docentes, e interacción social en línea), y los factores familiares (apoyo académico parental y ambiente familiar) se mostraron relevantes para la RA en el contexto de los EVEA.

Sin embargo, la revisión también identificó limitaciones metodológicas y conceptuales significativas en la investigación existente. Estas incluyen la baja capacidad de generalización de los resultados debido a contextos y muestras específicas, la dependencia de datos auto-reportados que introduce sesgos, la escasez de estudios longitudinales que permitan comprender la evolución de la RA a largo plazo, la falta de detalle en el diseño e implementación de intervenciones, la dificultad para controlar variables extrañas y los retos en la medición precisa de la RA como un constructo dinámico y multidimensional.

Aportes de la tesis

Esta revisión sistemática demuestra que la resiliencia académica es una competencia esencial para el éxito de

los estudiantes universitarios en entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje. Si bien los EVEA no generan por sí mismos resiliencia, sí representan escenarios donde esta puede desarrollarse o debilitarse, en función de múltiples factores pedagógicos, emocionales, sociales y tecnológicos. La RA no debe entenderse como una cualidad fija del individuo, sino como una capacidad dinámica, moldeada por las condiciones contextuales y relacionales del entorno educativo. Los hallazgos evidencian que fortalecer la RA en el contexto digital requiere de enfoques integrales, que aborden desde el diseño pedagógico hasta las políticas institucionales, pasando por la formación docente, la equidad digital, el acompañamiento emocional y el apoyo familiar. En concordancia, se advierte que las investigaciones futuras deben mejorar sus diseños metodológicos, profundizar en el análisis de los factores que median esta relación y en el diseño de intervenciones concretas para promoverla. El desafío actual para las instituciones de educación superior es avanzar hacia la construcción de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje inclusivos, en donde los docentes construyan propuestas que den soporte emocional, que garanticen el acceso a la tecnología, la equidad en las oportunidades de aprender, adaptarse y prosperar. Por lo tanto, promover la resiliencia académica desde un enfoque interdisciplinario será fundamental para enfrentar sólidamente los desafíos educativos que se presenten.

Líneas de I/D futuras

Los trabajos analizados evidencian que, si bien se han logrado avances significativos en la comprensión de la RA en EVEA, aún existe un campo fértil que requiere ser investigado. En esta revisión, se identificaron cuatro posibles áreas para el desarrollo de futuras investigaciones: la necesidad de estudios longitudinales que analicen la evolución de la RA en el tiempo; la ampliación de muestras y contextos para lograr resultados más representativos; la profundización en los factores individuales, familiares, sociales y pedagógicos que inciden en la RA más allá del acceso a la tecnología; y el diseño e implementación de intervenciones pedagógicas concretas que fortalezcan esta capacidad en los estudiantes. Estas líneas de trabajo son fundamentales para construir un enfoque más integral, contextualizado y aplicable a la promoción de la resiliencia académica en la educación universitaria, especialmente ante escenarios de crisis, cambio o vulnerabilidad.



Review and analysis of the impact on resilience of university students using virtual teaching and learning environments

Advisor

Dra. Cecilia Sanz

Codirectora

Dra. Rexarch Dolores

Thesis approval date

December, 9 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: virtual learning environments; academic resilience; digital technology; higher education; systematic literature review; self-efficacy; digital resilience

Motivation

This Final Integrative Project addresses the impact of the use of virtual teaching and learning environments (VLEs) on the academic resilience (AR) of university students. In a context where higher education has undergone a profound transformation driven by the integration of digital technological tools and accelerated by the COVID-19 pandemic, it is essential to understand how students face and overcome challenges in these new scenarios. The overall objective of this specialization project is to analyze and evaluate the impact of the use of digital technologies, mediating teaching and learning processes, as a predictive factor of academic resilience in university students. To this end, a systematic literature review (SLR) was conducted, following structured phases that included defining research questions, establishing inclusion and exclusion criteria, conducting an exhaustive search in academic databases, and evaluating the quality of the selected studies. The main findings of this systematic review reveal that the relationship between VLEs and AR is complex, indirect, and multifactorial. It was identified that only a minority of studies directly address this relationship, although they demonstrate that virtual learning environments (VLEs), when accompanied by specific pedagogical strategies, can be conducive spaces for strengthening learning adaptation. Most studies explore this connection contextually or mediated by other variables such as psychological well-being, self-efficacy, social support, or digital access. Digital technology (DT) acts as a mediator that conditions and enhances the activation of personal, social, and contextual resources, allowing students to adapt to adverse conditions without losing motivation. During the COVID-19 pandemic, DT

was fundamental in ensuring educational continuity, facilitating access to resources, and maintaining academic and social relationships, reconfiguring VLEs as spaces for social interaction and emotional support. In this context, the concept of digital resilience emerges, defined as the ability of students to overcome technological obstacles and maintain educational continuity in virtual environments. This involves skills for recovering from the stress of digital learning and protecting emotional health and well-being. Individual factors (such as self-efficacy, adaptability, self-regulation, and soft skills), social factors (peer, friend, and teacher support, and online social interaction), and family factors (parental academic support and family environment) were shown to be relevant to learning difficulties (LD) in the context of virtual learning environments (VLEs). However, the review also identified significant methodological and conceptual limitations in the existing research. These include the low generalizability of the results due to context- and sample-specific limitations, the reliance on self-reported data that introduces bias, the scarcity of longitudinal studies that would allow for an understanding of the long-term evolution of LD, the lack of detail in the design and implementation of interventions, the difficulty in controlling for extraneous variables, and the challenges in accurately measuring LD as a dynamic and multidimensional construct.

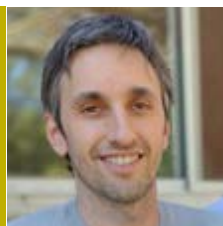
Thesis contributions

This systematic review demonstrates that academic resilience is an essential competency for the success of university students in virtual teaching and learning

environments. While virtual learning environments (VLEs) do not inherently generate resilience, they do represent scenarios where it can develop or weaken, depending on multiple pedagogical, emotional, social, and technological factors. Academic resilience should not be understood as a fixed quality of the individual, but rather as a dynamic capacity, shaped by the contextual and relational conditions of the educational environment. The findings show that strengthening academic resilience in the digital context requires comprehensive approaches, addressing everything from pedagogical design to institutional policies, including teacher training, digital equity, emotional support, and family support. Accordingly, it is noted that future research should improve its methodological designs, delve deeper into the analysis of the factors that mediate this relationship, and design concrete interventions to promote it. The current challenge for higher education institutions is to move towards building inclusive virtual teaching and learning environments where faculty develop proposals that provide emotional support, guarantee access to technology, and ensure equitable opportunities to learn, adapt, and thrive. Therefore, promoting academic resilience from an interdisciplinary perspective will be fundamental to effectively addressing future educational challenges.

Future Research Lines

The studies analyzed demonstrate that, while significant progress has been made in understanding AR in virtual learning environments, there is still a fertile field that requires further investigation. This review identified four potential areas for future research: the need for longitudinal studies analyzing the evolution of AR over time; expanding sample sizes and contexts to achieve more representative results; delving deeper into the individual, family, social, and pedagogical factors that influence AR beyond access to technology; and the design and implementation of specific pedagogical interventions to strengthen this capacity in students. These lines of inquiry are fundamental for building a more comprehensive, contextualized, and applicable approach to promoting academic resilience in higher education, especially in the face of crisis, change, or vulnerability.



Análisis de Requerimientos no funcionales en Aplicaciones Móviles 3D

Director

Mg. Pablo Thomas

Fecha de aprobación

24 de junio de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: requerimientos no funcionales; aplicaciones móviles 3d; realidad virtual; rendimiento gráfico; eficiencia energética; unity

Motivación

En los últimos años, el desarrollo de aplicaciones móviles ha evolucionado significativamente, impulsado por avances en hardware y software. La capacidad de procesamiento de los dispositivos móviles ha crecido exponencialmente, permitiendo la ejecución de aplicaciones con altos requerimientos computacionales. Dentro de este contexto, las aplicaciones móviles en 3D han cobrado una gran relevancia, especialmente en el ámbito del entretenimiento, la educación, la simulación y la visualización interactiva.

Sin embargo, a pesar de estos avances, los dispositivos móviles presentan limitaciones inherentes en comparación con equipos de escritorio o consolas de videojuegos, tales como menor capacidad de procesamiento, restricciones en el consumo de energía y diversidad de especificaciones de hardware. Estas restricciones imponen desafíos adicionales en el desarrollo de aplicaciones 3D optimizadas para dispositivos móviles, donde el rendimiento gráfico juega un papel fundamental en la experiencia del usuario.

El rendimiento gráfico en aplicaciones móviles 3D se refiere a la capacidad de renderizar escenas tridimensionales de manera fluida, manteniendo una tasa de cuadros por segundo (FPS) estable y eficiente. Un bajo rendimiento gráfico puede traducirse en una experiencia de usuario deficiente, caracterizada por animaciones entrecortadas, tiempos de carga prolongados y una reducción en la inmersión visual. Además, el alto consumo de recursos puede impactar negativamente en la duración de la batería del dispositivo, un factor clave en la usabilidad de aplicaciones móviles.

En este trabajo se analizan los factores que influyen en el rendimiento gráfico de aplicaciones móviles 3D, considerando aspectos como el modelado de objetos, la aplicación de texturas, la iluminación y el procesamiento de efectos visuales. Se propone una metodología de

evaluación basada en pruebas experimentales realizadas en Unity, con el objetivo de identificar cuellos de botella en la renderización y establecer estrategias de optimización. Adicionalmente, se compara el rendimiento gráfico en aplicaciones con y sin realidad virtual, evaluando su impacto en distintos dispositivos móviles.

Aportes de la tesis

Los principales aportes del trabajo final son:

- Se desarrolló un prototipo para evaluar el rendimiento gráfico en aplicaciones móviles 3D. Este prototipo implementa un conjunto de pruebas que permiten evaluar las diferentes características de una aplicación móvil 3D y determinar patrones comunes relacionados con la degradación del rendimiento gráfico.
- Se adaptó el prototipo desarrollado para evaluar el consumo de energía en aplicaciones móviles 3D. Este prototipo permite evaluar las diferentes características de una aplicación móvil 3D y determinar patrones comunes relacionados con la degradación de la eficiencia energética.
- Se desarrolló un nuevo prototipo de evaluación de rendimiento gráfico en aplicaciones móviles 3D con realidad virtual. Este prototipo aplica el mismo conjunto de pruebas que el modelo original, adaptado a un entorno de RV, donde la pantalla se encuentra dividida y se proyecta la escena desde diferentes puntos de vista para cada ojo. Este enfoque permitió comparar el comportamiento del rendimiento gráfico en entornos con y sin realidad virtual, proporcionando información para analizar el impacto de la realidad virtual en una aplicación móvil 3D.
- A partir de los resultados obtenidos, fue posible establecer un conjunto de pautas para optimizar tanto el rendimiento gráfico como el consumo energético en el desarrollo de aplicaciones móviles 3D.

Líneas de I/D futuras

En cuanto a la continuación de la investigación abordada en este trabajo, es posible considerar diversas líneas de desarrollo. En primer lugar, una extensión natural sería diseñar un prototipo de evaluación de eficiencia energética en aplicaciones móviles 3D con realidad virtual. Esto permitiría validar los resultados obtenidos con el prototipo de evaluación de rendimiento gráfico y profundizar en el análisis del consumo energético asociado a este tipo de aplicaciones.

Por otro lado, un área de investigación igualmente interesante es el estudio del comportamiento de aplicaciones con realidad aumentada. En este sentido, un posible trabajo futuro consistiría en desarrollar prototipos de evaluación para aplicaciones móviles 3D con RA. Este enfoque permitiría analizar la influencia del uso de la cámara y otros sensores del dispositivo, la interacción con el entorno físico y las variaciones en el procesamiento gráfico, considerando que en estos casos es necesario el procesamiento en tiempo real.

Finalmente, otra línea de investigación sería replicar ambos prototipos en diferentes motores de juegos, como Unreal Engine o Godot. Esto posibilitaría comparar el comportamiento de las aplicaciones con realidad virtual y aumentada en función de las características y optimizaciones propias de cada motor de juego.



Analysis of Non-Functional Requirements in 3D Mobile Applications

Advisor

Mg. Pablo Thomas

Thesis approval date

June, 24 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: non-functional requirements; 3d mobile applications; virtual reality; graphic performance; energy efficiency; unity

Motivation

In recent years, mobile application development has significantly evolved, driven by advances in hardware and software. The processing power of mobile devices has grown exponentially, allowing the execution of applications with high computational demands. In this context, 3D mobile applications have gained great relevance, particularly in entertainment, education, simulation, and interactive visualization.

However, despite these advances, mobile devices present inherent limitations compared to desktop computers or video game consoles, such as lower processing capacity, energy consumption constraints, and a wide variety of hardware specifications. These limitations pose additional challenges when developing optimized 3D applications for mobile devices, where graphic performance plays a key role in the user experience.

Graphic performance in 3D mobile applications refers to the ability to render three-dimensional scenes smoothly while maintaining a stable and efficient frame rate (FPS). Poor graphic performance can result in a degraded user experience, characterized by choppy animations, long loading times, and reduced visual immersion. Moreover, high resource consumption can negatively impact battery life—a key factor in the usability of mobile applications. This work analyzes the factors that influence the graphic performance of 3D mobile applications, considering aspects such as object modeling, texture application, lighting, and visual effects processing. A performance evaluation methodology based on experimental tests conducted in Unity is proposed, with the aim of identifying rendering bottlenecks and establishing optimization strategies.

Additionally, graphic performance is compared in applications with and without virtual reality, evaluating their impact across different mobile devices.

Thesis contributions

The main contributions of the final project are:

- A prototype was developed to evaluate graphic performance in 3D mobile applications. This prototype implements a set of tests to assess various characteristics of a 3D mobile application and identify common patterns related to performance degradation.
- The prototype was adapted to evaluate energy consumption in 3D mobile applications. This version assesses the same characteristics and identifies patterns linked to energy efficiency degradation.
- A new prototype was created to evaluate graphic performance in 3D mobile applications with virtual reality. It applies the same set of tests as the original model, adapted to a VR environment, where the screen is split and the scene is projected from different viewpoints for each eye. This approach enabled a comparison of graphic performance in environments with and without virtual reality, providing insight into VR's impact on 3D mobile applications.
- Based on the results, a set of guidelines was established to optimize both graphic performance and energy consumption in 3D mobile application development.

Future Research Lines

Several development lines could be pursued as a continuation of this work. First, a natural extension would be to design a prototype for evaluating energy efficiency in 3D mobile applications with virtual reality. This would allow validating the results obtained from the graphic performance prototype and deepen the analysis of energy consumption in such applications.

Another promising research area is the study of applications with augmented reality. A potential future project could involve developing evaluation prototypes for 3D mobile applications with AR. This would allow

the analysis of the use of the camera and other device sensors, interaction with the physical environment, and variations in graphic processing, considering the real-time processing requirements.

Finally, another research line could involve replicating both prototypes in different game engines such as Unreal Engine or Godot. This would allow comparing the behavior of virtual and augmented reality applications according to the characteristics and optimizations specific to each game engine.



Estudio sobre el estado del arte de “User Story Mapping” y “Escenarios” para especificar requerimientos de software

Director

Dr. Leandro Antonelli

Codirectora

Dra. Marisa Panizzi

Fecha de aprobación

4 de junio de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: user story mapping ; escenarios ; especificación de requerimientos ; mapeo sistemático de la literatura

Motivación

La ingeniería de requerimientos es una etapa crítica del desarrollo de software, donde las deficiencias en la especificación pueden representar hasta el 47% de los fracasos en proyectos. Las técnicas tradicionales, como el uso del lenguaje natural, aunque comunes, presentan ambigüedad. En este contexto, las técnicas de Escenarios y User Story Mapping (USM) emergen como alternativas que permiten capturar requerimientos con mayor claridad y alinearlos con las necesidades del cliente.

El **objetivo** principal de este trabajo es analizar el estado del arte sobre el uso de User Story Mapping y Escenarios para especificar requerimientos de software. Los **objetivos específicos** son:

- Explorar las contribuciones existentes en relación con estas técnicas.
- Analizar su impacto en la calidad de los requerimientos.
- Releva su influencia en la colaboración de equipos en distintos dominios.
- Sintetizar los hallazgos relevantes en la literatura académica reciente.

Aportes de la tesis

- Mapeo Sistemático de la Literatura (SMS) sobre el uso de USM y Escenarios, analizando 13 estudios primarios publicados entre 2014 y 2024.
- Identificación de los modelos más utilizados para especificar requerimientos, destacando la preeminencia de los Escenarios y del USM.
- Determinación de los principales dominios de aplicación, tales como servicios en la nube, aplicaciones web y móviles.
- Análisis de metodologías empleadas en los estudios, destacando a Scrum como el marco más citado.

- Clasificación detallada de tipos de contribución, como modelos, herramientas, artefactos y prácticas.
- Reflexión sobre la posible sinergia entre Escenarios y USM para mejorar la calidad y comprensión de los requerimientos en contextos ágiles.

Líneas de I/D futuras

- Desarrollo de un método que combine Escenarios y User Story Mapping para fortalecer la especificación de requerimientos en proyectos complejos.
- Estudios empíricos que validen la efectividad de este enfoque combinado en proyectos reales, tanto en entornos industriales como académicos.
- Investigación sobre automatización parcial de estas técnicas mediante herramientas de software.
- Análisis del impacto de estas técnicas en la trazabilidad y la comunicación interdisciplinaria dentro de equipos ágiles.



Study on the State of the Art of User Story Mapping” and “ Scenarios” for Software Requirements Specification

Advisor

Dr. Leandro Antonelli

Codirector

Dra. Marisa Panizzi

Thesis approval date

June, 4 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: user story mapping; scenarios; requirements specification; systematic literature mapping

Motivation

Requirements Engineering is a critical stage in software development, where deficiencies in specification can account for up to 47% of project failures. Traditional techniques, such as the use of natural language, although common, often lead to ambiguity. In this context, the techniques of Scenarios and User Story Mapping (USM) emerge as alternatives that enable requirements to be captured with greater clarity and alignment with customer needs.

The main **objective** of this study is to analyse the state of the art regarding the use of User Story Mapping and Scenarios for software requirements specification.

The **specific objectives** are:

- To explore existing contributions related to these techniques.
- To analyse their impact on the quality of requirements.
- To identify their influence on team collaboration across different domains.
- To synthesise the relevant findings in recent academic literature.

Thesis contributions

- A Systematic Mapping Study (SMS) on the use of USM and Scenarios, analysing 13 primary studies published between 2014 and 2024.
- Identification of the most commonly used models for requirements specification, highlighting the predominance of Scenarios and USM.
- Determination of the main application domains, such as cloud services, web applications, and mobile applications.
- Analysis of the methodologies employed in the studies, with Scrum identified as the most frequently cited framework.

- Detailed classification of contribution types, including models, tools, artefacts, and practices.

- Reflection on the potential synergy between Scenarios and USM to enhance the quality and comprehensibility of requirements in agile contexts.

Future Research Lines

- Development of a method that combines Scenarios and User Story Mapping to strengthen requirements specification in complex projects.
- Empirical studies to validate the effectiveness of this combined approach in real-world projects, both in industrial and academic settings.
- Research on the partial automation of these techniques through software tools.
- Analysis of the impact of these techniques on traceability and interdisciplinary communication within agile teams.



Desde los obstáculos hasta las estrategias: integración de la inteligencia artificial en el ciclo de vida del desarrollo del software requerimientos de software

Directora

Dra. Claudia Pons

Fecha de aprobación

15 de julio de 2025

SEDICI [Tesis Completa](#)

Palabras Clave: inteligencia artificial; ciclo de vida del desarrollo de software; desafíos de integración; dimensiones técnicas; dimensiones organizacionales; dimensiones éticas

Motivación

La integración de la inteligencia artificial (IA) en el ciclo de vida del desarrollo de software (SDLC) constituye una de las transformaciones más disruptivas de la ingeniería de software en los últimos años. El auge de técnicas como el aprendizaje profundo, el procesamiento de lenguaje natural y los algoritmos de optimización no solo ha permitido automatizar tareas rutinarias, sino también mejorar la eficiencia y la precisión en procesos críticos que abarcan desde la planificación hasta el mantenimiento.

En un escenario de creciente competitividad y transformación digital, comprender los desafíos de la integración de IA en el SDLC resulta esencial para garantizar un desarrollo de software de alta calidad, seguro y sostenible. La literatura existente evidencia tanto oportunidades como vacíos y barreras, dispersos entre factores técnicos, organizacionales y éticos, lo que demanda un abordaje sistemático y estratégico.

Objetivo general:

Analizar los principales desafíos y barreras en la integración de la IA en el SDLC, identificando su impacto en cada etapa y proponiendo estrategias para superarlos.

Objetivos específicos:

1. Identificar las etapas del SDLC donde la integración de la IA enfrenta mayores desafíos.
2. Explorar los factores técnicos, organizacionales y éticos que inciden en su adopción.
3. Examinar casos y estudios que evidencien problemas recurrentes en la práctica.
4. Proponer estrategias que contribuyan a una adopción más efectiva y responsable de la IA en el desarrollo de software.

Aportes de la tesis

El estudio aporta una síntesis estructurada del estado del arte, destacando el impacto de técnicas como el aprendizaje profundo, el procesamiento de lenguaje natural y los algoritmos de optimización en cada fase del SDLC. Asimismo, propone un marco analítico que permite comprender las implicancias de la IA en la calidad, eficiencia y seguridad del software, ofreciendo recomendaciones estratégicas para su implementación responsable.

Este trabajo no solo responde a una necesidad académica de consolidar el conocimiento disperso sobre el tema, sino que también brinda herramientas conceptuales y prácticas para la toma de decisiones en contextos profesionales, posicionándose como un insumo relevante para futuras investigaciones y desarrollos en la disciplina.

Líneas de I/D futuras

1. Automatización avanzada del ciclo de vida del software

La incorporación de IA en todas las fases del ciclo de vida del software está transformando las prácticas tradicionales. Desde la generación automática de código hasta la identificación predictiva de fallos, se espera que la automatización impulsada por IA continúe evolucionando, mejorando la eficiencia y reduciendo los errores humanos.

2. Integración de agentes autónomos en entornos de desarrollo.

El futuro del desarrollo de software podría estar marcado por la adopción de agentes autónomos impulsados por IA, capaces de realizar tareas complejas de forma independiente. Empresas como Amazon están invirtiendo en el desarrollo de estos agentes para mejorar la

eficiencia operativa y la escalabilidad.

3. Desarrollo de metodologías ágiles impulsadas por IA

La evolución de las metodologías ágiles, como el modelo V-Bounce, está siendo influenciada por la integración de IA. Estas metodologías buscan optimizar las fases de planificación y validación, delegando la implementación a sistemas de IA, lo que permite a los equipos centrarse en tareas de mayor valor.

4. Mejora de la calidad del software mediante IA explicativa

La adopción de técnicas de IA explicativa (XAI) está ganando relevancia para garantizar la transparencia y confianza en los sistemas impulsados por IA. Estas técnicas permiten comprender y verificar las decisiones tomadas por modelos de IA, lo que es crucial para su integración en entornos de desarrollo de software.



From Obstacles to Strategies: Integrating Artificial Intelligence into the Software Development Life Cycle

Advisor

Dra. Claudia Pons

Thesis approval date

July, 15 2025

SEDICI [Full Text](#)

Keywords: artificial intelligence; software development life cycle; integration challenges; technical dimensions; organizational dimensions; ethical dimensions

Motivation

The integration of Artificial Intelligence (AI) into the Software Development Life Cycle (SDLC) represents one of the most disruptive transformations in software engineering in recent years. The rise of techniques such as deep learning, natural language processing, and optimization algorithms has not only enabled the automation of routine tasks but also improved efficiency and accuracy in critical processes ranging from planning to maintenance.

In a context of increasing competitiveness and digital transformation, understanding the challenges of integrating AI into the SDLC is essential to ensure high-quality, secure, and sustainable software development. The existing literature reveals both opportunities and gaps, as well as barriers spread across technical, organizational, and ethical factors, which demand a systematic and strategic approach.

General Objective:

Analyze the main challenges and barriers in the integration of AI into the SDLC, identifying their impact at each stage and proposing strategies to overcome them.

Specific Objectives:

1. Identify the stages of the SDLC where AI integration faces the greatest challenges.
2. Explore the technical, organizational, and ethical factors that influence its adoption.
3. Examine cases and studies that highlight recurring issues in practice.
4. Propose strategies that contribute to a more effective and responsible adoption of AI in software development.

Thesis contributions

This study provides a structured synthesis of the state of the art, highlighting the impact of techniques such as deep learning, natural language processing, and optimization algorithms in each phase of the SDLC. Furthermore, it proposes an analytical framework that enables a better understanding of AI's implications for software quality, efficiency, and security, offering strategic recommendations for its responsible implementation.

This work not only addresses an academic need to consolidate dispersed knowledge on the subject but also provides conceptual and practical tools for decision-making in professional contexts, positioning itself as a relevant input for future research and developments in the field.

Future Research Lines

1. Advanced automation of the software life cycle The incorporation of AI into all phases of the software life cycle is transforming traditional practices. From automatic code generation to predictive fault detection, AI-driven automation is expected to continue evolving, enhancing efficiency and reducing human errors.
2. Integration of autonomous agents in development environments The future of software development could be shaped by the adoption of AI-powered autonomous agents capable of performing complex tasks independently. Companies such as Amazon are investing in the development of these agents to improve operational efficiency and scalability.

3. Development of AI-driven agile methodologies The evolution of agile methodologies, such as the V-Bounce model, is being influenced by AI integration. These methodologies aim to optimize planning and validation phases, delegating implementation to AI systems, which allows teams to focus on higher-value tasks.

4. Improving software quality through Explainable AI The adoption of Explainable AI (XAI) techniques is gaining relevance to ensure transparency and trust in AI-powered systems. These techniques allow stakeholders to understand and verify the decisions made by AI models, which is crucial for their integration into software development environments.

JURADOS DESIGNADOS 2025

MSc. Bria Oscar UNLP - Argentina	Mg. Esponda Silvia UNLP - Argentina
Dr. Romero Chicharro Francisco Pascual UCLM - España	Dr. Antonelli Leandro UNLP - Argentina
Dr. Areta Javier UNRN - Argentina	Dra. Manresa Cristina UIB-España
Dr. Tirado Francisco UCM - España	Dr. Filliotrani Pablo UNS - Argentina
Dr. Méndez Garabetti Miguel UNCUYO - Argentina	Ing. Rosenfeld Ricardo UNLP - Argentina
Dr. Frati Fernando Emmanuel UNdeC - Argentina	Dra. Lanzarini Laura UNLP - Argentina
Dra. Herrera Susana UNSE - Argentina	Mg. Queiruga Claudia UNLP - Argentina
Dra. Rexachs Dolores Isabel UAB - España	Dr. Errecalde Marcelo Luis UNSL - Argentina
Dra. Litvak Claudia UTNFRBA - Argentina)	Dra. Abasolo María José UNLP - Argentina
Dr. Guerrero Roberto Ariel UNSL - Argentina	Dr. Ale Juan María Universidad Austral - Argentina
Dra. Castro Silvia UNS - Argentina	Ing. Moré Jerónimo UNLP - Argentina
Dr. Errecalde Marcelo UNSL - Argentina	Dr. Hasperue Waldo UNLP - Argentina
Dra. Maguitman Ana UNS - Argentina	Esp. Estrebou Cesar UNLP - Argentina
Dra. Lapenda María Eugenia UNSAM - Argentina	Ing. Castro Nestor UNLP - Argentina
Dr. Suppi Boldrito Remo Lucio UAB - España	Dr. Fernández Alberto Universidad de Granada - España
Dr. Tello-Orquendo Luis Patricio UNACH - Ecuador	Dr. Ale Juan
Dr. Salazar Chacon Gustavo David ESPE - Ecuador	Dr. Olivas Varela José Ángel UCLM-España
Dra. Estevez Elsa UNLP - Argentina	Dr. Falappa Marcelo UNS-Argentina
Ing. Estayno Marcelo UNSAM - Argentina	Dr. Fernández Bariviera Aurelio URV-España
Mg. Llitas Alejandra Beatriz UNLP - Argentina	Dra. Genero Bocco Marcela Fabiana UCLM - España
Dr. Ronchetti Franco UNLP - Argentina	Dr. Kuna Horacio UNaM - Argentina
Dr. Quiroga Facundo Manuel UNLP - Argentina	Dr. Acosta Nelson UNICEN - Argentina
Mg. Banchoff Claudia UNLP - Argentina	Dr. Barbieri Andrés UNLP - Argentina
Ing. De Giusti Armando UNLP - Argentina	Lic. Rodríguez Ismael UNLP - Argentina
Dra. Zangara María Alejandra UNLP - Argentina	Dr. Pousa Adrian UNLP - Argentina
Dr. Rucci Enzo UNLP - Argentina	Dra. Torrusio Sandra UNLP - Argentina
Ing. Marrone Luis UNLP - Argentina	Dra. Urribarri Dana UNS - Argentina
M.Sc. Bria Oscar UNLP - Argentina	Mg. Ramon Hugo UNNOBA - Argentina
Esp. Estrebou Cesar UNLP - Argentina	Dra. Cechich Alejandra UNCOMA
Mg. Thomas Pablo UNLP - Argentina	Dra. Pons Claudia UNLP - Argentina
Dr. Torres Diego UNLP - Argentina	Dra. Litvak Claudia UTN-FRBA - Argentina
Mg. Bertone Rodolfo UNLP - Argentina	Dra. Mon Alicia ITBA - Argentina
Dr. Errecalde Marcelo UNSL - Argentina	Dra. Coma Roselló Teresa UNIZAR - España
Mg. Venosa Paula UNLP - Argentina	Dra. Luque Georgina Mónica UCC - Argentina
Mg. Corbalán Leonardo UNLP - Argentina	



www.postgrado.info.unlp.edu.ar/libro-de-tesis-y-tesisistas

 www.postgrado.info.unlp.edu.ar

 postgrado@lidi.info.unlp.edu.ar

 [postinfoUNLP](https://www.instagram.com/postinfoUNLP)

 [postinfoUNLP](https://twitter.com/postinfoUNLP)

 [postgrado-facultad-de-informatica-unlp](https://www.linkedin.com/company/postgrado-facultad-de-informatica-unlp)

 [postgradoinformáticaunlp](https://www.youtube.com/postgradoinformáticaunlp)

 [postgradoinformáticaUNLP](https://www.facebook.com/postgradoinformáticaUNLP)

ISBN 978-950-34-2733-0



9 789503 427330