

# Tesis Expuestas



Hemos seleccionados las últimas 4 Tesis de Doctorado y 5 de Maestría que se han defendido, de modo de tener una mirada rápida al conocimiento e innovación generados en las mismas.

Las **4 Tesis de Doctorado** abarcan áreas de conocimiento diferentes, lo cual queda reflejado en un rápido análisis del alcance de los resúmenes que se presentan:

- ***"Posibilidades pedagógicas de los entornos virtuales 3D en el Acompañamiento del Aprendizaje de Personas con Discapacidad Auditiva."***
- ***"Análisis de trayectorias utilizando técnicas de minería de datos"***
- ***"Aceleración del proceso de selección de características en entornos Big Data. Aplicación en biomarcadores oncológicos"***
- ***"Metodología Basada en Modelos en Tiempo de Ejecución para la Construcción y Operación de Sistemas Autoconscientes de Internet de las Cosas"***

Las **5 Tesis de Maestría** corresponden a carreras acreditadas en el Postgrado:

#### **2 Tesis de Maestría en Ingeniería de Software:**

- ***"Diseño centrado en las personas: el desafío de empatizar"***
- ***"Desarrollo de un entorno de RV para visitas inmersivas como herramienta de sensibilización en el ámbito de la prevención de los consumos problemáticos y adicciones"***

#### **1 Tesis de Maestría en Inteligencia de Datos orientada a Big Data:**

- ***"Exploración del posicionamiento indoor mediante el reconocimiento de objetos con el fin de co-diseñar y co-testear aplicaciones móviles sensibles al contexto"***

#### **2 Tesis de Maestría en Redes:**

- ***"Correlación del comportamiento de una arquitectura de red Lo-RaWAN con modelos de propagación en un entorno con vegetación"***
- ***"Análisis del modelo de Identidad Auto-Soberana"***

## Tesis en este número

### Doctorado en Ciencias Informáticas

Fachal Adriana  
Camele Genaro  
Reyes Zambrano Gary Xavier  
Erazo Garzón Lenin Xavier

### Maestría

#### **INGENIERÍA DE SOFTWARE**

##### **2024**

Ortiz Claudia S.  
Pedrazzini Liliana

#### **INTELIGENCIA DE DATOS ORIENTADA A BIG DATA**

##### **2024**

Borrelli Franco Martín

#### **REDES DE DATOS**

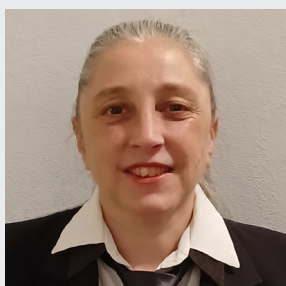
##### **2024**

Jaszczyszyn Adrián Gabriel  
Montero Facundo Nicolás

# Posibilidades pedagógicas de los entornos virtuales 3D en el Acompañamiento Del Aprendizaje De Personas Con Discapacidad Auditiva.

## Tesis completa:

<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/174350>



## Tesista

Adriana Silvia Fachal

## Directoras

Dra. Cecilia Verónica Sanz

Dra. María José Abásolo

## MOTIVACIÓN

Durante mi carrera como docente en nivel terciario he trabajado con personas con discapacidad y mi experiencia ha evidenciado avances en el apoyo a estudiantes con discapacidades motrices y visuales, pero un menor respaldo para aquellos que poseen discapacidad auditiva. Por esto mi interés en formarme como intérprete en Lengua de Señas Argentina para apoyar a este grupo de estudiantes y en explorar las posibilidades de los Entornos Virtuales 3D como herramienta de inclusión.

**Objetivo General de la Tesis:** Investigar sobre los EV3D y sus posibilidades para personas con discapacidad auditiva y proponer escenarios educativos desarrollados ad-hoc que se adapten tanto al aprendizaje del uso del entorno como a temas académicos específicos.

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

1. Analizar la problemática de las personas con discapacidad auditiva en términos de comunicación y acceso a la información, y las estrategias utilizadas para su educación.
2. Investigar el uso e impacto (positivo / negativo) de los entornos virtuales 3D en la comunicación, en la vida diaria y en la educación de las personas con discapacidad auditiva.
3. Estudiar metodologías que se estén llevando a cabo para el trabajo con personas con discapacidad auditiva en EV3D.
4. Diseñar y validar una metodología de trabajo que potencie el aprendizaje de los alumnos con discapacidad auditiva en este tipo de escenarios. La metodología abarca la definición de estrategias, escenarios y herramientas ad-hoc para el trabajo en un EV3D.

## APORTES DE LA TESIS

El aporte de esta tesis se estructura en tres ejes principales. En 1° lugar, se desarrolla una serie de guías de diseño que orientan la creación de un Entornos Virtuales 3D (EV3D) para experiencias educativas, enfocado en personas con discapacidad auditiva. En 2° lugar, se define una metodología que actúa como guía para docentes e instituciones interesadas en implementar experiencias educativas en EV3D, integrando aspectos didácticos y pedagógicos, para promover la autonomía, la motivación, el trabajo colaborativo y la comuni-

cación de los estudiantes con discapacidad auditiva. Por último, se detallan las decisiones de diseño adoptadas para el desarrollo de un EV3D específico y sus escenarios, las cuales están fundamentadas tanto en las guías de diseño como en la metodología.

En conjunto, estos tres componentes se vinculan con la construcción de un EV3D con escenarios personalizados que contribuyen a facilitar la integración social, la comunicación y el aprendizaje de personas con discapacidad auditiva.

En cuanto a las guías de diseño para el desarrollo del EV3D, éstas incluyen la creación de un entorno interactivo 3D accesible desde PC, evitando fatiga y mareos asociados con el uso de gafas (GD1); la utilización de representaciones visuales y la manipulación de objetos relevantes para el aprendizaje (GD2); la provisión de apoyos que fomenten la autonomía del usuario (GD3); la oferta de contenidos en diversos formatos multimedia (GD4); y la planificación pedagógica de actividades basadas en la metodología M-Free (GD5). También se propone problematizar la experiencia educativa para que el tema sea relevante para los estudiantes (GD6); implementar técnicas de gamificación para aumentar la motivación y el disfrute (GD7); y fomentar el uso de recursos lingüísticos y visuales según el estilo cognitivo del usuario (GD8). Asimismo, se sugiere incorporar actividades que promuevan la comunicación y socialización (GD9); utilizar un lenguaje adecuado al público destinatario, como la Lengua de Señas Argentina (LSA) (GD10); y permitir la personalización del avatar para que cada usuario cree su identidad en el entorno virtual (GD11).

La metodología propuesta abarca un recorrido en cinco etapas. Estas etapas incluyen la convocatoria y selección de participantes, la instalación del visor para acceder al EV3D, y tres fases en las que se desarrollan actividades educativas dentro del entorno virtual. Estas actividades equilibran el trabajo individual y grupal, abordando la adaptación inicial, la exploración de contenidos, y una actividad gamificada diseñada para aprender sobre un tema específico. Es esencial que las guías de diseño propuestas se tengan en cuenta en cada una de estas etapas.

Esta metodología es replicable para futuras experiencias educativas en EV3D.

Como parte de la creación de un EV3D concreto, se diseñaron escenarios visuales e interactivos, con OpenSim como plataforma de desarrollo, seleccionada por su capacidad de crear un entorno multiusuario personalizable, accesible

desde una PC. En estos escenarios, los usuarios pueden interactuar tanto con objetos como con otros participantes, siguiendo las guías GD1 y GD2. Además, se priorizó el uso y personalización de avatares como representación del usuario, fomentando la identidad en el EV3D (GD1 y GD11). Asimismo, se crearon carteleras y videotutoriales en LSA con subtítulos para guiar a los usuarios en tareas como personalizar su avatar o comprender temas específicos, promoviendo la autonomía (GD2, GD3, GD4, GD8 y GD10). Se complementó con un sitio web de apoyo que incluye tutoriales en video y documentos, orientado a la instalación del software y las funciones básicas del avatar, para que los usuarios desarrollen habilidades de manera autónoma (GD3, GD8 y GD10). En cuanto a las actividades educativas, se propusieron actividades inmersivas con feedback inmediato y en diferentes formatos, diseñadas para estimular la comunicación, motivación y resolución de problemas mediante trabajo colaborativo y gamificación, siguiendo las guías GD5, GD6, GD7 y GD9. Finalmente, se implementó un chat textual enriquecido con un tablero de emojis que activan animaciones en el avatar, facilitando la expresión de emociones y el uso de recursos lingüísticos y visuales en el chat (GD4 y GD8). A partir de la implementación de un EV3D en OpenSim y el diseño de una experiencia educativa se desarrolló un estudio de caso con diferentes grupos de personas con discapacidad auditiva. Los resultados alcanzados en el estudio de caso son relevantes para la temática abordada en la tesis.

## LÍNEAS DE I/D FUTURAS

- Creación de Avatares Señantes para EV3D: Incorporar el uso de Lengua de Señas Argentina (LSA) en las animaciones para enriquecer la comunicación en el uso del chat textual.
- Aplicación de Guías de Diseño: Extender el uso de la metodología propuesta a otros casos, aplicando las guías de diseño en diferentes contextos
- Extensión de Tablero de Emojis: Incorporar más animaciones al tablero de emojis mediante un estudio participativo para definir nuevas emociones relevantes
- Trabajo Experimental: Evaluar la eficacia de los escenarios ad-hoc creados en el EV3D para fomentar la integración entre personas oyentes y personas con discapacidad auditiva.

# Análisis de trayectorias utilizando técnicas de minería de datos

## Tesis completa:

<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/174995>



## Tesista

Gary Xavier Reyes Zambrano

## Directora

Laura Lanzarini

## CoDirector

Waldo Hasperué

## MOTIVACIÓN

Los avances tecnológicos han facilitado la captura, representación y almacenamiento de información relacionada con las trayectorias vehiculares, gracias al uso de sensores, sistemas de navegación GPS y aplicaciones móviles. Estos datos, combinados con técnicas de inteligencia artificial, permiten identificar patrones de flujo vehicular, (Zhou et al.2021).

En los últimos años, las tecnologías de recolección y análisis de datos han logrado abordar el problema del congestionamiento vial y la identificación de zonas altamente densas. La comprensión de los datos de tráfico y el uso de técnicas de Inteligencia Artificial (IA) son fundamentales para abordar la identificación de patrones y zonas de congestión de manera eficiente y precisa (Mazimpaka y Timpf2016).

Investigaciones recientes han integrado técnicas de aprendizaje automático y minería de datos para descubrir patrones ocultos y anomalías en el flujo de tráfico (Kamble y Kounte2020; Sun, Chen y Sun2019; Shahraki et al.2022). La combinación de estrategias de agrupamiento con otras metodologías de análisis proporciona una visión integral y sistémica del flujo vehicular en diversos contextos (Zhang et al.2016; Erdelić et al.2021; Kim y Mahmassani2015).

El agrupamiento de trayectorias se enfoca en datos que representan movimientos en un espacio y tiempo determinado.

En el agrupamiento de flujos de datos, han surgido algoritmos especializados para enfrentar los desafíos asociados con la dinámica y continuidad de la información. Estos algoritmos, están específicamente adaptados para el procesamiento continuo de datos y representan avances significativos en el campo del agrupamiento.

Uno de los métodos ampliamente utilizados es el análisis de datos de trayectorias que son generadas por vehículos, mediante técnicas de agrupamiento. Estos métodos permiten dividir el flujo vehicular en grupos homogéneos, identificando patrones y comportamientos similares en el tráfico, lo que facilita la identificación de áreas con altos niveles de congestión sean estos persistentes o emergentes.

Considerando las restricciones observadas en trabajos previos y la necesidad crucial de realizar un análisis del flujo vehicular, se plantea como un desafío central a abordar el detectar áreas de variabilidad alta en base a la densidad vehicular.

## Objetivos

**General:** Desarrollar una técnica adaptativa basada en un algoritmo de agrupamiento de flujo de datos que procese datos de trayectorias e índices vehiculares históricos que permita la identificación de las diversas fluctuaciones en las densidades vehiculares de zonas urbanas.

**Específicos:**

1. Explorar y analizar diversos algoritmos y métodos de agrupamiento de flujo de datos aplicados al análisis de datos de tráfico urbano.
  2. Identificar información geoespacial y de tráfico que se puede obtener de las trayectorias de origen vehicular, así como también índices vehiculares históricos que sean relevantes para medir las fluctuaciones en las densidades vehiculares en las ciudades.
  3. Desarrollar un método que identifique zonas de variabilidad de densidad vehicular que se adapte a las variaciones temporales del tráfico.
  4. Implementar un índice que registre las zonas con densidades altas de manera acumulada en las ciudades y que sirva para la toma de decisiones.
  5. Analizar el método propuesto mediante casos de estudio donde se identifiquen las características presentes en las tendencias de las variabilidades.
- Explorar la influencia de la topología de la red vial en la dinámica del tráfico, analizando la interconexión entre diferentes nodos y su impacto en la congestión.
  - Incluir otros modos de transporte, como vehículos privados, bicicletas y peatones, con análisis específicos por tipo de vehículo para comprender mejor las variaciones en los patrones de conducción.
  - Desarrollar un modelo de clasificación para la identificación de áreas congestionadas y no congestionadas, considerando variables adicionales como velocidad del flujo vehicular y capacidad de la carretera.
  - Incluir una métrica para la identificación de sectores con congestión vehicular por medio de un indicador que considere las características de las carreteras como la saturación de estas y pueda procesar un conjunto de datos completo de trayectorias vehiculares.

## APORTES DE LA TESIS

1. El desarrollo y fundamentación de una técnica adaptativa basada en un algoritmo de agrupamiento dinámico que procesa datos de trayectorias de origen vehicular e índices vehiculares históricos.
2. Un algoritmo de agrupamiento dinámico para la identificación de variabilidades altas en tiempo real.
3. Un método que identifica variabilidades altas en la densidad vehicular con capacidad para adaptarse a las variaciones temporales del tráfico vehicular
4. Un índice que permite registrar las zonas con variabilidades altas que sirva para la toma de decisiones.

## LÍNEAS DE I/D FUTURAS

Se promueve una serie de mejoras y ampliaciones para el método propuesto:

# Aceleración del proceso de selección de características en entornos Big Data. Aplicación en biomarcadores oncológicos

## Tesis completa:

<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/176592>



## Tesista

Genaro Camele

## Director

Waldo Hasperué

## MOTIVACIÓN

La tesis doctoral se centra en el desarrollo y evaluación de un framework para la aceleración de metaheurísticas en entornos distribuidos utilizando Apache Spark, con un enfoque particular en la optimización de la selección de características para la identificación de biomarcadores oncológicos. La motivación surge de la necesidad de superar las limitaciones de algunas plataformas existentes como Bioplat y Multiomics, y de proporcionar herramientas computacionales avanzadas y accesibles a la comunidad científica en el campo de la bioinformática y la oncología.

El framework propuesto introduce estrategias inteligentes para la aceleración de metaheurísticas, diseñadas específicamente para mejorar la eficiencia y el rendimiento en su ejecución en entornos distribuidos, en particular en Apache Spark. Estas técnicas se han implementado en una nueva plataforma denominada Multiomix, que no sólo complementa las funcionalidades de sus predecesoras, sino que también supera sus limitaciones, ofreciendo una solución integral para el análisis de datos multiómicos.

Un aspecto clave de esta tesis es la disponibilización de Multiomix como Software as a Service (SaaS), accesible a través de Internet. Este enfoque permite a múltiples usuarios trabajar de manera simultánea, democratizando el acceso a capacidades de cómputo avanzadas y facilitando la colaboración en la comunidad científica.

El objetivo general de esta tesis consiste en evaluar la viabilidad y eficacia del framework propuesto para la aceleración de metaheurísticas en entornos distribuidos, con un enfoque particular en su aplicación para la selección de características en la identificación de biomarcadores oncológicos. Además, se busca demostrar cómo la implementación de este framework en una plataforma SaaS puede mejorar significativamente la accesibilidad y la colaboración en la investigación biomédica.

Los objetivos específicos son:

1. Analizar diferentes técnicas de selección de características para su uso en la identificación de biomarcadores oncológicos.
2. Medir tiempos de ejecución de diferentes algoritmos de Machine Learning con el propósito de armar modelos que predigan los tiempos de ejecución de dichos algoritmos.
3. Implementar estrategias innovadoras de balance de carga para la distribución de cómputo

en un cluster de Apache Spark, minimizando el tiempo de ejecución total de los algoritmos de selección de características.

4. Desarrollar herramientas que pongan a libre disposición todos los algoritmos y técnicas estudiadas para su uso por parte de la comunidad científica, democratizando así el acceso de la ciencia y tecnología.

5. Presentar la comparación entre resultados obtenidos con los algoritmos implementados y las estrategias de distribución propuestas.

## APORTES DE LA TESIS

El desarrollo e implementación de Multiomix, una plataforma de código abierto y gratuita que ofrece a la comunidad científica una amplia gama de funcionalidades para el análisis de supervivencia y la identificación de biomarcadores. Esta plataforma abstrae la gestión de datos y facilita la incorporación de bases de datos externas, como cBioPortal. Además, incluye el desarrollo de plataformas complementarias como BioAPI y Modulector, que simplifican la incorporación de datos actualizados y curados de genes, pathways, miRNAs y sitios de metilación de ADN.

La implementación de estrategias avanzadas de balance de carga que asisten en la aceleración de algoritmos de metaheurísticas, en particular cuando se los utiliza para optimizar los procesos de selección de características (FS) en la identificación de biomarcadores oncológicos. Se propusieron tres estrategias inteligentes: Equally Distributed (ED), Distribution Based on Predictions (DBP) y Predictive Execution Load Algorithm with Delay Optimization (PELADO). Estas estrategias están diseñadas para reducir los tiempos de inactividad de los workers en un clúster de Apache Spark, mejorando significativamente la eficiencia computacional de los procesos de FS en Multiomix.

El desarrollo de un simulador que permite evaluar y comparar las estrategias de balance de carga propuestas, especialmente útil para escenarios donde las limitaciones técnicas impiden la implementación directa en Spark. Este simulador ha demostrado la superioridad de la estrategia PELADO en clústeres heterogéneos, ofreciendo una visión valiosa sobre la optimización de recursos en entornos de computación distribuida. La demostración empírica de la efectividad de las estrategias propuestas para optimizar los

tiempos de ejecución de la metaheurística Binary Black Hole en el proceso de FS, en comparación con la ejecución secuencial. Se destaca la estrategia ED por su simplicidad y capacidad para generar una aceleración lineal con mínimas modificaciones al algoritmo original.

La generalización de las estrategias propuestas, permitiendo su aplicación a cualquier metaheurística o problema distribuible. Esto representa una contribución significativa para la optimización de tiempos de ejecución y reducción de inactividad en tareas computacionalmente intensivas, especialmente en entornos de Big Data.

La implementación práctica de las técnicas desarrolladas en un entorno real utilizando la infraestructura de AWS, lo que permite su utilización efectiva en la plataforma Multiomix. Demostrando la viabilidad y aplicabilidad de las estrategias propuestas en escenarios de producción reales.

La disponibilidad de código abierto para todos los algoritmos y plataformas desarrollados en esta tesis, fomentando la transparencia, reproducibilidad y colaboración en la comunidad científica.

## LÍNEAS DE I/D FUTURAS

De la presente tesis se pueden desprender varios puntos de trabajo e investigación.

En primer lugar, hay numerosas funcionalidades técnicas a incorporar en la plataforma Multiomix:

- Nuevos métodos para creación de biomarcadores: podrían proponerse nuevos biomarcadores a partir de expresión diferencial entre pacientes sanos y no sanos, o a partir de bases de datos de biomarcadores externas. También podrían proponerse nuevos biomarcadores a través de algoritmos de Machine Learning que hagan uso de los experimentos con diferentes moléculas que el usuario haya ejecutado en la plataforma.
- Incorporación de nuevos modelos de ML para la evaluación del poder pronóstico de los biomarcadores.
- Incorporación de nuevas fuentes de datos externas para su fácil uso desde Multiomix. Como podría ser la base de datos curada de UCSC Xena de la Universidad de California, Santa Cruz.
- Implementaciones para acortar la brecha tecnológica: el avance de la ciencia y la tecnología requiere que constantemente se estén actualizando el stack de herramientas de desarrollo e implementar nuevas características de la plata-

forma. Tanto de Multiomix como de los proyectos que lo rodean. Numerosas ideas han surgido a lo largo del desarrollo, como nuevas visualizaciones de los datos, la posibilidad de compartir resultados de experimentos entre usuarios de una organización, recomendaciones personalizadas sobre los datos propios del usuario, opciones de accesibilidad, entre muchos otros.

Con respecto a las estrategias de balance de carga, un paso fundamental en esa dirección es la incorporación de nuevos mecanismos en el framework Spark que permita definir manualmente qué worker del clúster debe tomar cada partición. Dichos mecanismos permitirían implementar en un entorno real la estrategia PELADO. Una vez asegurada la implementación, resultaría interesante evaluar la factibilidad y ventajas de todas las estrategias propuestas durante procesos de selección de características más complejos. Podrían ejecutarse experimentos con una cantidad de workers mucho más numerosa y mayor costo de cómputo (es decir, una mayor cantidad de agentes o iteraciones en la metaheurística, datasets con mayor cantidad de características, etc) que la evaluada durante este trabajo.

A su vez, las estrategias estudiadas podrían ser aplicables a nuevas funciones de Multiomix que sean computacionalmente costosas, pero que puedan ser optimizadas a través de la distribución de su ejecución.

# Metodología Basada en Modelos en Tiempo de Ejecución para la Construcción y Operación de Sistemas Autoconscientes de Internet de las Cosas

## Tesis completa:

<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/175347>



## Tesista

Lenin Xavier Erazo Garzón

## Directora

Dra. Priscila Cedillo Orellana

## CoDirector

Dr. Gustavo Rossi

## MOTIVACIÓN

El Internet de las Cosas (IoT) es una de las áreas de mayor crecimiento dentro de las tecnologías de información, debido a su incidencia técnica, social y económica en la sociedad, transformando favorablemente la forma en que vivimos y trabajamos. Actualmente, uno de los desafíos más importantes para la comunidad científica y la industria es el desarrollo de software para sistemas IoT, ya que se caracterizan por ser altamente distribuidos, heterogéneos y dinámicos, siendo complejo identificar todos los requisitos del sistema en la etapa de desarrollo. Además, las metodologías y herramientas de ingeniería de software tradicionales han demostrado ser poco efectivas para afrontar las características intrínsecas de estos sistemas y, en particular el dinamismo y la incertidumbre asociados a los mismos. En sí, estos enfoques y herramientas se limitan a gestionar la evolución de los sistemas en tiempo de diseño, dejando de lado el tiempo de ejecución. Asimismo, se centran en los detalles de implementación en lugar del dominio del problema, volviéndose una tarea compleja el desarrollo de software para sistemas IoT.

Un enfoque apropiado es incorporar la autoconsciencia computacional a los sistemas IoT con el apoyo de la Ingeniería Dirigida por Modelos (MDE) y, particularmente los modelos en tiempo de ejecución (models@run.time), a fin de aumentar su autonomía y resiliencia frente a las situaciones imprevistas. Bajo este enfoque, un sistema IoT es considerado autoconsciente, si es capaz de obtener y mantener el conocimiento sobre sí mismo y el entorno (p. ej., estructura, estado, evolución), sin un control externo. Mientras que, los models@run.time constituyen una autorrepresentación causalmente conectada de un sistema IoT, siendo el medio a través del cual el sistema captura el conocimiento, es decir, es consciente.

La autoconsciencia computacional en IoT es un área de investigación en desarrollo. Los esfuerzos de investigación se han concentrado fundamentalmente en trabajos teóricos orientados a establecer hojas ruta para la adopción de la autoconsciencia en sistemas IoT, así como soluciones prácticas a medida (ad hoc) para aplicaciones particulares de IoT, descuidando la concepción de metodologías e infraestructuras genéricas e integrales para construcción de este tipo sistemas. De igual manera, existen pocos

estudios que consideran explícitamente a MDE y los `models@run.time` como parte de sus soluciones autoconscientes.

Por lo tanto, como objetivo principal, esta tesis doctoral propone una metodología e infraestructura de soporte basada en modelos en tiempo de ejecución para la construcción, operación y mantenimiento de sistemas IoT autoconscientes.

Para este propósito, se establecieron los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar el estado del conocimiento tecnológico sobre la autoconsciencia computacional y MDE en IoT y otros dominios relacionados.
2. Definir un proceso metodológico sistemático, disciplinado, repetible y basado en modelos en tiempo de ejecución para la construcción, operación y mantenimiento de sistemas IoT autoconscientes.
3. Construir la infraestructura de soporte a la metodología, bajo una plataforma tecnológica que se adapte a las características intrínsecas de IoT (distribuido, heterogéneo, dinámico y escalable).
4. Utilizar la metodología y las herramientas de la infraestructura de soporte en un estudio de caso en IoT, a fin de demostrar su aplicabilidad.
5. Evaluar empíricamente la metodología y su infraestructura de soporte en un subdominio de IoT, mediante el empleo de cuasi experimentos para comprender la eficacia tanto actual como percibida por los usuarios al utilizar la solución tecnológica.

## APORTES DE LA TESIS

**1. Estado del arte completo y actualizado sobre la autoconsciencia computacional en IoT y otros dominios relacionados (sistemas ciber físicos, ciudad inteligente, computación ubicua),** con énfasis en aquellos estudios que emplean los paradigmas de MDE (`models@run.time`).

**2. Metodología Aware-IoT@Run.Time.** Enfoque genérico, aplicable a cualquier subdominio de IoT, que utiliza los modelos como artefactos centrales del proceso de desarrollo, operación y mantenimiento de sistemas IoT autoconscientes. Particularmente, los sistemas IoT construidos bajo este enfoque, utilizan los modelos en tiempo de ejecución para comprender el estado y la posible evolución de sí mismo y su entorno; y, determinar las respectivas recomenda-

ciones de ser necesario. Para ello, Aware-IoT@Run.Time está compuesta por seis actividades principales fundamentadas en el bucle de autoconsciencia LRA-M (Kounev et al., 2017): i) Diseño de la arquitectura del sistema IoT; ii) Configuración de las capacidades de autoconsciencia del sistema IoT; iii) Sincronización entre los modelos de arquitectura - autoconsciencia y el sistema IoT observado (mantiene la relación causal); iv) Monitoreo; v) Aprendizaje; y, vi) Razonamiento. Entre las principales fortalezas, Aware-IoT@Run.Time abstrae la complejidad de los sistemas IoT, eleva el nivel de automatización del desarrollo y mejora la gestión de la evolución de estos sistemas (incrementa su autonomía y resiliencia).

**3. Infraestructura de soporte a la metodología Aware-IoT@Run.Time.** Conjunto de artefactos y herramientas de software que cubren todo el proceso metodológico de Aware-IoT@Run.Time y viabilizan la construcción, operación y mantenimiento de sistemas IoT autoconscientes, con un alto grado de abstracción, automatización y flexibilidad.

**3.1. DSL Monitor-IoT.** Lenguaje específico de dominio visual de alto nivel para diseñar arquitecturas de sistemas IoT que soporten el monitoreo a través de las capas de Edge, Fog y Cloud. Monitor-IoT incluye un metamodelo alineado con la arquitectura de referencia para IoT ISO/IEC 30141:2018.

**3.2. Configurador de autoconsciencia para sistemas IoT.** Aplicación web para construir modelos con especificaciones de alto nivel sobre una amplia variedad de dominios (sujetos, objetos, aspectos) y niveles de autoconsciencia para sistemas IoT, con el apoyo de métricas de calidad de software. Para ello, el configurador está basado en el metamodelo Aware-IoT, construido a partir del framework conceptual de autoconsciencia de Lewis et al. (2017), la ontología de medición de software de García et al. (2004); e, integrado con el metamodelo Monitor-IoT.

**3.3. Middleware.** Aplicación ligera y multi-plataforma para mantener la relación causal entre los modelos de arquitectura - autoconsciencia y el sistema IoT asociado, y viceversa. Este middleware ante cualquier cambio en las especificaciones de los modelos, implementa o reconfigura de forma automática y distribuida los artefactos de software de monitoreo y autoconsciencia de un sistema IoT, a nivel de las

capas Edge, Fog y Cloud. Por su parte, los artefactos generados por el middleware proveen el soporte necesario para que un sistema IoT pueda aprender y razonar en tiempo de ejecución a partir de la actualización y calibración permanente de las métricas, metadatos y otros parámetros especificados en los modelos, de tal forma que estos modelos actualizados reflejen en todo momento el estado y posible evolución del sistema para la toma de decisiones.

## **LÍNEAS DE I/D FUTURAS**

- Instaurar ciclos de mejora continua del proceso metodológico y de sus herramientas de soporte.
- Completar la implementación de las funcionalidades de la infraestructura de soporte relacionadas con los aspectos de autoconsciencia colectivos.
- Construir un DSL visual basado en los meta-modelos Aware-IoT y Monitor-IoT para diseñar gráficamente el dominio y las capacidades de autoconsciencia de sistemas IoT.
- Ampliar la solución Aware-IoT@Run.Time para dotar a los sistemas IoT de capacidades de automodelado, de manera que más allá de aplicar un aprendizaje basado en la parametrización de modelos, estos sistemas actúen como modeladores no humanos para cambiar la estructura de sus modelos, según los eventos que ocurren durante su operación.
- Realizar nuevos estudios de caso o experimentos en contexto industriales con la participación de profesionales experimentados; y, considerando escenarios de monitorización y autoconsciencia de mayor complejidad, incluso en otros subdominios de IoT.

# Diseño centrado en las personas: el desafío de empatizar

## Tesis completa:

<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/171399>



## Tesista

Claudia Susana Ortiz

## Directora

Dra. Cecilia Challiol

## MOTIVACIÓN

El Diseño Centrado en el Usuario para el desarrollo de software se focaliza en el relevamiento de información de los usuarios para determinar requerimientos funcionales y no funcionales que debe poseer el software. En la mayoría de los casos para esto se utilizan distintas técnicas de recolección de información, las cuales en su gran mayoría no logran reflejar lo que vivencian realmente de las personas en su vida diaria, como ser aquellas que tienen una condición de discapacidad (por ejemplo, visión/movilidad reducida).

Lo antes mencionado genera que los diseñadores/desarrolladores de software no lleguen a empatizar con las necesidades reales de las personas con discapacidad, generando que las soluciones obtenidas no sean realmente usables o las personas se frustren al usarlas. Por otro lado, la accesibilidad es considerada generalmente como un problema de implementación, por lo que se tiene en cuenta cuando el producto está totalmente desarrollado, lo que genera trabajos adicionales y costos extras para hacerlo accesible. Esta es la visión que tienen la mayoría de los desarrollos de software actuales; por lo tanto, se considera importante involucrar al usuario en estadios tempranos de diseño, para no "sufrir" las consecuencias de la incorporación de los mismos en instancias finales. Acorde a esto, se vuelve fundamental dar comienzo al diseño con una etapa de empatización.

Acorde a lo antes descripto surge la principal motivación del objetivo de esta tesis, buscar una solución de abordaje de Diseño Centrado en las Personas que ponga el foco en la empatización y además involucre a las personas con discapacidad en todas las etapas de diseño.

La disciplina de Design Thinking aborda el Diseño Centrado en las Personas, haciendo foco en la importancia de empatizar adecuadamente para que las soluciones que se generan reflejen las necesidades reales de las personas. Es por esto, que esta disciplina, cobra principal interés para el objetivo de esta tesis, más aún porque esta poco explorado el uso de Design Thinking para el diseño de software para personas con discapacidad.

El objetivo general de la tesis es proponer un abordaje de Diseño Centrado en las Personas para la creación de software para personas con discapacidad, donde el foco central es empatizar

adecuadamente mediante el uso de recursos/técnicas de Design Thinking. El abordaje propuesto busca poner a las personas con discapacidad como actores centrales desde las etapas tempranas de diseño.

Para poder cumplir con el objetivo general se abordarán los siguientes objetivos específicos:

- Identificar y analizar las dificultades propias de cada discapacidad con relación a los sistemas de software actuales, en particular, para personas con síndrome de down, desafíos motrices/intelectuales y daltonismo.
- Investigar y analizar frameworks conceptuales de Design Thinking para poder determinar qué aspectos podrían ser considerados en el marco del objetivo de la tesis.
- Relevar y analizar recursos/técnicas de Design Thinking que puedan ser apropiados para empatizar acorde a cada discapacidad, debido a que cada persona es única, y cada recurso puede ensamblarse de una manera diferente con cada una de ellas.
- Proponer un abordaje de Diseño Centrado en las Personas para la creación de software para personas con discapacidad, el cual utilizará distintos recursos/técnicas de Design Thinking para lograr empatizar con las personas con discapacidad, y así lograr software que se adecue a sus necesidades reales.
- Poner en práctica el abordaje propuesto con tres casos de estudio, lo cual implica seleccionar los recursos más adecuados para cada persona, analizar lo que acontece con cada recurso; prosiguiendo así con cada etapa del abordaje.
- Una vez realizados y analizados los tres casos de estudio, se espera haber probado un conjunto de recursos que permitan establecer recomendaciones respecto a su utilidad para conducir un abordaje de Diseño Centrado en las Personas, con base en la “empatía” con personas con discapacidad.

## APORTES DE LA TESIS

La tesis presenta una contribución original, que incluye la consolidación de conceptos, técnicas, recursos y recomendaciones para la conducción de actividades tendientes a empatizar con personas con discapacidad en las primeras etapas de diseño de productos de software. Se apunta a la necesidad de empatizar con la persona con discapacidad antes de comenzar a

desarrollar el software. En este sentido, la tesis recomienda habilidades necesarias para la persona entrevistadora y características del contexto de la entrevista. Se presenta una guía con recursos y recomendaciones para llevar a cabo la empatización con personas con discapacidad. Finalmente, la tesis busca dejar un espacio de reflexión sobre este tipo de diseño.

## LÍNEAS DE I/D FUTURAS

A continuación, se listan las principales líneas futuras que se desprenden de esta tesis:

- Considerar una muestra más representativa en relación con las discapacidades exploradas en esta tesis, incrementando la cantidad de casos y considerando distintos grupos etarios, con el fin de validar más robustamente el enfoque. En base al muestreo, diseñar nuevas puestas en prácticas donde no solo se exploren aplicaciones conocidas, sino nuevas que permitan analizar qué acontece cuando se enfrentan con una situación de uso por primera vez.
- Aplicar el abordaje propuesto con otras discapacidades no cubiertas en esta tesis. Esto permitiría enriquecer el aprendizaje adquirido y tener más variabilidad en relación con las consideraciones para tener en cuenta, sobre todo al momento de empatizar.
- Explorar las etapas idear y prototipar del abordaje propuesto para poder identificar mejoras tanto en el abordaje como recomendaciones sobre recursos que se pueden utilizar.
- Generar un “Catálogo de Empatizaciones directas” con personas con discapacidad, e ir actualizándolo con cada nueva investigación realizada, lo cual permita que no haya que empezar siempre de cero. Esto sería muy útil, ya que cada investigación sumaría más aspectos de la discapacidad, más recursos usados, aciertos y errores, lo que permitiría la consulta previa; para luego con todo ese bagaje ir puntualmente a las particularidades de cada persona, ahorrando tiempo y pudiendo encarar los procesos con mayor certeza.

Desarrollo de un entorno de RV para visitas inmersivas como herramienta de sensibilización en el ámbito de la prevención de los consumos problemáticos y adicciones.

**Tesis completa:**

<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/174736>



**Tesista**

Patricia Liliana Pedrazzini

**Director**

Dr. Andrés Rodríguez

## MOTIVACIÓN

### Objetivo General

Proponer y desarrollar un entorno de sensibilización y apoyo a la capacitación de consumos problemáticos basado en herramientas de Realidad Virtual (RV).

### Objetivos específicos

Conceptualizar y diseñar las características de los recursos a ser utilizados para el abordaje de la temática en el ámbito educativo.

Elaborar un proyecto de intervención educativa con abordaje lúdico con herramientas de RV para la prevención de los consumos problemáticos

## APORTES DE LA TESIS

Tras la realización de esta tesis se puede afirmar que se ha cumplido el objetivo planteado al comienzo, el de proponer y desarrollar un entorno de sensibilización y apoyo a la capacitación de consumos problemáticos basado en herramientas de Realidad Virtual (RV). Se ha propuesto, diseñado y desarrollado un entorno de sensibilización y apoyo a la capacitación de consumos problemáticos basado en herramientas de RV. El proyecto de intervención educativa con abordaje lúdico con herramientas de RV para la prevención de los consumos problemáticos, permitió conceptualizar y diseñar las características de los recursos a ser utilizados para el abordaje de la temática en el ámbito educativo. Es importante destacar que, el trabajo realizado es completamente funcional y puede ser utilizado con fines didácticos desde el momento de su publicación.

## LÍNEAS DE I/D FUTURAS

En relación a los trabajos futuros, es posible ampliar el trabajo para el área de abordaje asistencial, incorporando entornos virtuales inmersivos para terapias de deshabitación y rehabilitación y realizar un análisis más exhaustivo de datos que estudien la efectividad de las terapias digitales en el ámbito de las adicciones.

Los trabajos relacionados con aplicaciones 360° y adicciones deben focalizarse en crear soluciones tecnológicas más innovadoras que ayuden

en la rehabilitación, la formación laboral y el apoyo integral a personas que enfrentan problemas relacionados a los consumos problemáticos.

En el contexto de esta investigación, es posible avanzar en explorar otros factores que son de suma importancia en el trabajo con los estudiantes en el ámbito de la prevención de los consumos problemáticos, que son las emociones, donde se vislumbra un amplio espectro de trabajos futuros que pueden enriquecer este campo de estudio. Uno de los enfoques más prometedores es la incorporación de la realidad aumentada (RA) como herramienta para abordar y gestionar las emociones en entornos educativos.

# Exploración del posicionamiento indoor mediante el reconocimiento de objetos con el fin de co-diseñar y co-testear aplicaciones móviles sensibles al contexto.

## Tesis completa:

<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/174739>



## Tesista

Franco Martín Borrelli

## Directora

Dra. Cecilia Challiol

## MOTIVACIÓN

La evolución de la tecnología móvil en los últimos años ha generado un impacto significativo en nuestras vidas, cambiando la forma en que nos relacionamos con el entorno y llevando a cabo nuestras actividades cotidianas. Este progreso, impulsado por avances en hardware, software y conectividad, ha facilitado el desarrollo de aplicaciones móviles cada vez más avanzadas y sofisticadas. En particular, las aplicaciones móviles sensibles al contexto han emergido como un área de interés clave, aprovechando datos del entorno del usuario para proporcionar servicios y funciones relevantes. A pesar de estos avances significativos, el posicionamiento indoor sigue siendo un desafío a resolver. Mientras que el posicionamiento en exteriores se ha vuelto bastante preciso gracias al uso generalizado del GPS, la precisión del posicionamiento indoor sigue siendo limitada. En este contexto surge el concepto de vision-based-indoor-positioning. Un enfoque que propone el uso de técnicas de visión por computadora para determinar la ubicación de los usuarios en interiores. Aunque se han desarrollado soluciones ad-hoc, todavía no existen implementaciones generalizadas que puedan aplicarse de manera efectiva y sistemática a cualquier espacio físico. Esto es parte de la motivación de esta tesis. Por otro lado, al hacer uso de algoritmos de aprendizaje automático y redes neuronales profundas, los dispositivos móviles pueden identificar y clasificar objetos en su entorno inmediato. Además, gracias a los avances tecnológicos recientes, ahora es posible ejecutar modelos directamente en dispositivos móviles, lo que reduce la latencia y mejora la privacidad al evitar la necesidad de transferir datos a través de la red. Esto presenta una gran oportunidad para explorar el vision-based-indoor-positioning.

El objetivo general de este trabajo es explorar la utilización de modelos de reconocimiento de objetos como mecanismo para lograr el posicionamiento de usuarios en espacios indoor mediante el uso de dispositivos móviles. Esto implica investigar la tecnología actual de reconocimiento de objetos, desarrollar y probar modelos de reconocimiento propios, y diseñar una solución genérica que permita el posicionamiento indoor basado en objetos. Además, se busca analizar cómo esta solución, embebida en una herramienta de co-diseño y co-testeo de aplicaciones móviles sensibles al contexto, puede brindar el posicionamiento de los usuarios de manera in-situ.

## APORTES DE LA TESIS

Se espera que este trabajo contribuya al campo del posicionamiento en interiores. Para lograr esto, esta tesis presenta una arquitectura llamada Posicionamiento por Objetos que utiliza modelos de reconocimiento y detección de objetos para el posicionamiento indoor de manera genérica y desacoplada. Además, se propone una implementación concreta que combina estos modelos con información del GPS y Giroscopio. Por otro lado, se introduce una arquitectura adicional denominada Monitoreo de Eventos, la cual tiene como propósito fundamental recopilar y almacenar información valiosa proveniente de los dispositivos. Además de su presentación teórica, se propone una implementación concreta.

Finalmente, para poder probar estas implementaciones (Posicionamiento por Objetos y Monitoreo de Eventos) se desarrolló una herramienta prototípica que permite el co-diseño y co-testeo in-situ de un tipo particular de aplicación móvil sensibles al contexto. Para lograr estos desarrollos, se adquirió un profundo conocimiento sobre los modelos de reconocimiento y detección de objetos; explorando también conceptos claves como *lightweight networks* y *vision-based indoor positioning*. Asimismo, se evaluaron diferentes tecnologías y herramientas, como TensorFlow y sus variantes, para determinar su viabilidad en la implementación de los modelos en dispositivos móviles. También se aprovecharon los conceptos adquiridos en distintos cursos de la maestría como Aprendizaje Automático, Captura y Almacenamiento de información, Minería de datos y la Visualización de grandes volúmenes de datos. Las experiencias realizadas usando la herramienta desarrollada permitieron analizar el funcionamiento del Posicionamiento por Objetos en diferentes escenarios y casos de uso realistas, identificando áreas de mejora y destacando la importancia del ajuste de parámetros para garantizar un funcionamiento óptimo.

## LÍNEAS DE I/D FUTURAS

Para futuras investigaciones sobre el Posicionamiento por Objetos, todavía hay mejoras a realizar en relación con el funcionamiento del GPS, buscando reducir desfases y aumentar aún más la precisión. Se sugiere explorar estrategias de calibración del GPS a nivel de usuario para corregir discrepancias de ubicación. Asimismo,

se propone investigar otros mecanismos de sensado complementarios, como Wi-Fi o Bluetooth, para mejorar la precisión del posicionamiento en interiores. Además, es importante definir nuevas aplicaciones que aprovechen la solución de Posicionamiento por Objetos, para investigar su integración y funcionamiento bajo distintas condiciones.

Respecto a la herramienta de autor, se espera a futuro realizar más pruebas con usuarios para obtener feedback diverso y evaluar su rendimiento en una variedad más amplia de dispositivos y sistemas operativos. También se podría profundizar en la evaluación de métricas y estadísticas de la herramienta para asegurar su relevancia y utilidad en el proceso de co-testeo y toma de decisiones.

# Correlación del comportamiento de una arquitectura de red LoRaWAN con modelos de propagación en un entorno con vegetación.

## Tesis completa:

<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/175161>



## Tesista

Adrián Jaszczyszyn

## Directores

Mg. Hugo Dionisio Ramón

Lic. Francisco Javier Díaz

## MOTIVACIÓN

Las redes LPWAN son redes inalámbricas de bajo consumo de energía y largo alcance que se utilizan principalmente para conectar dispositivos de Internet de las Cosas (IoT) a internet. En el ámbito de la agricultura, IoT está transformando el futuro de la industria mediante la implementación de técnicas de agricultura inteligente o de precisión y una forma de lograr esto es mediante la tecnología LoRa con arquitectura de red LoRaWAN en las prácticas agrícolas tradicionales. Esto permite mejorar el manejo, la comprensión y control de las áreas de cultivo, lo que a su vez aumenta la eficiencia y la productividad. Sin embargo, en este proceso de transmisión de datos en la agricultura, pueden surgir obstáculos como la misma vegetación de los cultivos, los cuales afectan la calidad de la señal a lo largo de su recorrido. Para abordar este problema, hay modelos empíricos que consideran la pérdida de atenuación de la señal debido a la vegetación, a los cuales también se les debe agregar las pérdidas no relacionadas a la flora. Este trabajo tiene como objetivo el armado de una infraestructura de red con tecnología LoRaWAN en una institución pública de la zona núcleo de la provincia de Buenos Aires, para analizar y evaluar el comportamiento con modelos de la propagación de datos en un entorno rural con vegetación.

## APORTES DE LA TESIS

El estudio evaluó distintos modelos de atenuación en presencia de vegetación y los resultados mostraron que no hubo grandes diferencias entre las configuraciones de los equipos transmisores debido a las cortas distancias entre los nodos y el gateway, en las pruebas realizadas. Sin embargo, se notaron diferencias significativas en la calidad de la señal según la altura de los equipos. Los cálculos indicaron que la mayoría de los modelos de atenuación no estimaron con precisión las pérdidas en un campo de soja, con la excepción del modelo de espacio libre más la atenuación por exceso de vegetación COST235, ( $Lbf + Att(COST\_235)$ ). Además, se propuso un nuevo modelo de atenuación de decaimiento exponencial modificado  $Att(MED)$  propuesto), logrando reducir el error cuadrático medio (RMSE) a un dígito en este entorno específico. Este resultado subraya la importancia de

seleccionar y validar modelos de propagación que consideren las condiciones específicas del entorno, incluyendo la altura de los nodos y las características de la vegetación. Estos hallazgos son esenciales para predecir la cobertura de señal, optimizar el rendimiento del sistema y asegurar una comunicación robusta y confiable en aplicaciones prácticas. La implementación experimental en su conjunto, ofrece una solución potencial para desplegar IoT en zonas rurales utilizando tecnología LoRaWAN y en particular en el campo de la institución pública donde se concentran la mayoría de las necesidades de docentes e investigadores para mejorar los recursos y procesos productivos, donde esta tecnología puede cumplir con diversas expectativas y desempeñar un fuerte rol en la I+D+i (Investigación, Desarrollo e Innovación).

## **LÍNEAS DE I/D FUTURAS**

Validar las mediciones en diferentes escenarios con soja para evaluar su consistencia y aplicabilidad del modelo MED propuesto.

Incrementar la cantidad de puntos de observación y ampliar el volumen de datos recolectados para obtener resultados más robustos.

Explorar nuevas métricas, como las pérdidas de paquetes y analizar los rangos de distancia alcanzados bajo diversas condiciones.

Estudiar el impacto de factores ambientales como la humedad, temperatura, lluvia y viento, entre otros, en la confiabilidad y robustez de la red LoRaWAN.

# Análisis del modelo de Identidad Auto-Soberana

## Tesis completa:

<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/175233>



## Tesista

Facundo Nicolás Montero

## Directores

Mg. Hugo Dionisio Ramón

## CoDirector

Dr. Adrian Pousa

## MOTIVACIÓN

Actualmente existen múltiples modelos y protocolos para la identificación de usuarios. Desde el clásico modelo centralizado, en el cual una herramienta de software administra una base de datos contra la que constatar las credenciales que presenta el usuario, pasando por modelos más modernos como los de identidad provista por terceros, en el cual hay entidades que funcionan como Proveedoras de Servicios que confían en otras llamadas Proveedoras de Identidad, actualmente implementada en protocolos ampliamente utilizados como Identificadores Abiertos (OpenID), Autorización Abierta (OAtuh) o Lenguaje de Marcado para Confirmaciones de Seguridad conocido como (SAML).

Sin embargo, en estos modelos mencionados el usuario no es el verdadero dueño de sus datos identificatorios, ya que no los almacena ni controla, y normalmente sólo posee un usuario y contraseña para autenticarse estando el resto de sus metadatos e información administrados de forma centralizada por la misma entidad que brinda el servicio, y de que el usuario también depende para su resguardo y validación.

En los últimos años se viene desarrollando el modelo de Identidad Auto-Soberana (IAS), el cual propone que el usuario es el que tiene la gobernanza de su identidad digital y es el mismo usuario el que almacena y administra sus credenciales en repositorios personales, llamados billeteras virtuales, de manera segura y confiable. Este modelo presenta enormes ventajas, entre ellas, la capacidad del usuario de a la hora de presentar sus credenciales válidas para acceder a algún servicio, poder hacerlo presentando sólo la cantidad de información justa y necesaria que se requiera, sin necesidad de revelar todos los datos de su credencial.

El objetivo de la presente tesis es el de estudiar el concepto de IAS, analizando cuáles son sus componentes necesarios para poder hacer su implementación, en particular haciendo foco en el análisis de las tecnologías y desarrollos que la soportan, tanto soluciones de software para generar, almacenar y verificar credenciales, como mecanismos de prueba de identidad, nuevos protocolos de comunicación y estándares asociados.

Se investigará el estado del arte de las nuevas tecnologías desarrolladas específicamente para el despliegue de una implementación de IAS integral y casos de uso de las mismas.

Por último, dentro del ambiente académico universitario donde se desarrolla profesionalmente el tesista, se buscará implementar y analizar un prototipo funcional de identidad digital auto soberana para alumnos de la universidad basado en las herramientas de software libre disponibles y que garantice los siguientes puntos:

- Poder generar un esquema de credenciales que describa aptitudes académicas relevantes.
- Que las credenciales emitidas por las organizaciones sean de confianza, pudiéndose validar contra alguna tecnología del tipo Libro Mayor Distribuido (DLT) como blockchain.
- Que los individuos tengan control sobre las mismas pudiéndolas administrar desde una billetera virtual.
- Que se las puedan validar contra registros públicos, sin necesidad de interactuar con el emisor de las mismas.

## **APORTES DE LA TESIS**

El aporte de esta tesis será el de poder brindar una primera experiencia en el uso de IAS dentro del ámbito académico con algunas de las herramientas que se encuentran actualmente disponibles para su despliegue analizando la maduración de las mismas y detallando los desafíos encontrados. Se espera surjan más proyectos de I+D+i enmarcando en el uso de ésta tecnología, que se encuentra en pleno auge y desarrollo.

## **LÍNEAS DE I/D FUTURAS**

A partir del trabajo realizado en esta tesis las siguientes líneas de investigación se sugieren de interés teniendo en cuenta el auge que está teniendo esta tecnología a nivel global:

- Desarrollar marcos de confianza para su implementación con validez legal según las leyes y normativas vigentes.
- Desarrollar mecanismos de interoperabilidad de DIDs entre distintos DLTs.
- Una solución superadora a los mecanismos actuales de revocación de Credenciales Verificables.
- Comparativa de uso y capacidad de interacción entre distintos protocolos de comunicación como DIDComm y OpenID.
- Analizar las distintas consideraciones de accesibilidad necesarias para que esta tecnología pueda ser de uso y encontrarse al alcance de todos los usuarios.