

# Una metodología centrada en el usuario para el desarrollo de sistemas inteligentes basados en modelos de aprendizaje profundo

A user-centered methodology for the development of intelligent systems based on deep learning models

Santos Bringas Tejero †

Centro Tecnológico CTC /  
Departamento de Matemáticas,  
Estadística y Computación  
Universidad de Cantabria  
España  
sbringas@centrotecnologicoctc.com

Rafael Duque

Departamento de Matemáticas,  
Estadística y Computación  
Universidad de Cantabria  
España  
rafael.duque@unican.es

José Luis Montaña

Departamento de Matemáticas,  
Estadística y Computación  
Universidad de Cantabria  
España  
jose Luis.montana@unican.es

## RESUMEN

Esta propuesta doctoral está orientada al análisis de los sistemas inteligentes que utilizan modelos de aprendizaje profundo como núcleo de pensamiento. Dichos sistemas, por su complejidad, son difíciles de entrenar y de mejorar continuamente, además de que suelen ser una caja negra, por lo que sus resultados son poco explicables. En la tesis se está estudiando cómo orientar estos sistemas inteligentes a los usuarios, de tal forma que puedan aprovechar mejor los modelos desarrollados para sus problemas concretos, adaptando el sistema a voluntad. Además, también se mejorará el entendimiento que tienen de los mismos mediante técnicas de explicabilidad de modelos Deep Learning, lo cual repercutirá de forma positiva en la usabilidad general del sistema. Se pretende con esto obtener una metodología para el desarrollo de este tipo de sistemas, la cual pueda ser utilizada en aplicaciones reales y trabajos futuros.

## CCS CONCEPTS

• Human Computer Interaction (HCI) • Artificial Intelligence

## KEYWORDS

Human-Centered Artificial Intelligence, Diseño centrado en el usuario, Interacción Persona-Ordenador

## 1 Introducción

Actualmente, los sistemas y aplicaciones desarrollados dentro del campo de la Inteligencia Artificial son innumerables y están ampliamente extendidos, como en la medicina o la industria entre muchos otros. El paradigma de Inteligencia Artificial centrada en los usuarios (Human-Centered AI) [3] pretende facilitar el acceso a estos sistemas por parte de los usuarios finales. Con ello se busca permitir a los usuarios no sólo aprovechar las ventajas de los sistemas inteligentes, sino que también puedan evolucionarlo o mejorarlo a voluntad, apelando a su propia creatividad o conocimiento experto para ello, así como entender mejor los resultados obtenidos.

Algunas propuestas han tratado de enfocar sus aplicaciones para dotarlas de un mayor control por parte del usuario, o simplemente que los resultados tengan una mayor explicabilidad. En los sistemas inteligentes de soporte a la toma de decisiones en la Medicina es importante disponer de una alta explicabilidad, ya que normalmente se indaga en los resultados obtenidos para tratar de ver las causas y realizar un mejor diagnóstico [1]. A su vez, algunos proveedores de cámaras tienen herramientas que permiten a los usuarios mejorar los modelos de clasificación y reconocimiento [2]. No obstante, suelen ser algo limitados y tienen un alto coste de implantación. Por ello esta tesis plantea el diseño de una metodología centrada en el usuario que permita al usuario final participar en la construcción de este tipo de sistemas.

## 2 Objetivos

El objetivo principal de esta tesis es proponer una metodología centrada en el usuario para diseñar sistemas inteligentes basados en modelos de aprendizaje profundo. Se trata de acercar la Inteligencia Artificial a los usuarios, de tal forma que puedan diseñar el sistema para adaptarlo a sus necesidades concretas.

Muchos algoritmos y modelos actuales son muy complejos, sobre todo los basados en aprendizaje profundo, y, por lo general, tienen una baja explicabilidad debido a la dificultad de determinar qué factores internos afectaron a los resultados obtenidos. No obstante, entender los resultados es importante para los usuarios, ya que en base a ello pueden tomar decisiones más informadas. Por ello, también se tratará de, optimizar la explicabilidad de los resultados generados por estos sistemas.

Los objetivos generales de la tesis son:

- Crear herramientas software para que el usuario no experto pueda construir modelos de Inteligencia Artificial y sistemas inteligentes a su medida.
- Diseñar métodos para construir sistemas inteligentes basados en aprendizaje profundo con resultados altamente explicables.

- Diseñar técnicas para evaluar la usabilidad de los sistemas inteligentes resultantes.
- Evaluar la metodología propuesta a casos de estudio en distintos ámbitos, como medicina, producción industrial, etc.

### ds3 Metodología

La investigación realizada en la tesis se está desarrollando siguiendo este plan:

1. Propuesta de varios sistemas inteligentes que tengan como base modelos de aprendizaje profundo, siguiendo un enfoque orientado al usuario. Se tratará de que estos desarrollos faciliten el acceso a estos modelos, simplificando la interacción con los mismos.
2. Estudio y análisis de los modelos de aprendizaje profundo para tratar de mejorar la explicabilidad de los resultados. Se explorarán diferentes alternativas para ello, como crear modelos menos complejos o con resultados intermedios.
3. Estudio de la evaluación de la usabilidad en aplicaciones, tanto de escritorio como web y móvil, para aprovecharlo para los sistemas inteligentes propuestos. A partir de eso, se propondrá una metodología para la evaluación de los sistemas inteligentes centrados en el usuario.
4. Aplicación de algunas propuestas de sistemas a entornos reales, evaluando los resultados obtenidos, la eficiencia, la explicabilidad y la usabilidad de la herramienta obtenida.

## 4 Resultados preliminares

Hasta el momento, se ha trabajado principalmente en los dos primeros puntos de la metodología de investigación expuesta. Se están desarrollando algunos sistemas que permiten a los usuarios emplear modelos de aprendizaje profundo para mejorar los resultados iniciales de los que se parte y para adaptarla a sus propias necesidades.

Se está desarrollando una aplicación para permitir a operarios de fábrica entrenar sus propios modelos de visión por computador, simplificando el proceso de etiquetado de datos, entrenamiento de modelos y despliegue de los mismos. A través de una interfaz adaptada para usuarios no expertos en Inteligencia Artificial se acercan estas herramientas al público más general, incluyendo al usuario en el ciclo completo de desarrollo del sistema inteligente.

Se ha estudiado otro enfoque para introducir al usuario en el proceso de aprendizaje del modelo explorando el campo del aprendizaje continuo. Con esto, se pretende ver cómo podría evolucionar un sistema si un usuario introdujese datos paulatinamente, dándole la capacidad de rentrenar el sistema a voluntad en cualquier momento.

Se ha aplicado a una base de datos de movimientos de pacientes con Alzheimer en distintos estadios de la enfermedad (inicial, media, avanzada) capturados por el acelerómetro de un móvil colocado en el bolsillo [4]. El objetivo es, a partir de los datos de los acelerómetros, predecir el estadio de la enfermedad del paciente. Utilizando el algoritmo A-GEM [5] de aprendizaje

continuo se ha simulado un entorno incremental, con un sistema que recibe datos de forma progresiva, obteniendo resultados prometedores.

Para tratar de mejorar la interpretabilidad de los resultados de los modelos se está trabajando en otras propuestas, de cara a que el usuario pueda entenderlos de forma más clara y completa:

- Una propuesta a nivel teórico de una aplicación móvil en la que un monitor de gimnasio puede proponer nuevos ejercicios. Para ello, se graba realizando dicho ejercicio y la aplicación reconoce los movimientos con un modelo de visión. Con dicho modelo se evalúa de forma automática a los deportistas, dándoles indicaciones e informando al monitor de los ejercicios realizados.
- Una propuesta de una aplicación móvil que permite a profesores proponer juegos de percusión corporal a alumnos. Los profesores pueden crear ejercicios con una sucesión de gestos (golpe de pecho, chasquido, palmada, etc.) que los alumnos tienen que hacer siguiendo un ritmo. Mediante la cámara del móvil, se capturan los gestos y con un modelo de visión se evalúa cómo lo ha hecho el alumno, indicándole si ha hecho cada gesto de forma correcta y siguiendo el tempo.

Adicionalmente, cabe mencionar que se están explorando técnicas de evaluación de aplicaciones, tanto de escritorio como web y móvil para tratar de aplicarlas a los sistemas mencionados. Con una evaluación completa se podrá proponer una metodología, que podrá ser aplicada para evaluar algunos de los trabajos desarrollados en la tesis.

## AGRADECIMIENTOS

Esta tesis está financiada por la Universidad de Cantabria, el Gobierno de Cantabria y el Banco Santander a través de la beca de doctorado industrial DI27, concedida a Santos Bringas en la convocatoria del Programa de Doctorados Industriales 2020.

## REFERENCIAS

- [1] Alfredo Vellido, 2020. The importance of interpretability and visualization in machine learning for applications in medicine and health care. *Neural Comput & Applic* 32. 18069–18083. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00521-019-04051-w>.
- [2] COGNEX. Software VisionPro. Retrieved from <https://www.cognex.com/es-es/products/machine-vision/vision-software/visionpro-software>
- [3] Ben Schneiderman, 2022. *Human-Centered AI* (1st. ed.). Oxford University Press, Oxford.
- [4] Santos Bringas, Sergio Salomón, Rafael Duque, Carmen Lage, José Luis Montaña, 2020. Alzheimer's disease stage identification using deep learning models. *Journal of Biomedical Informatics* 109. 103514. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2020.103514>
- [5] Srslan Chaudhry, Marc'Aurelio Ranzato, Marcus Rohrbach and Mohamed Elhoseiny, 2018. Efficient lifelong learning with a-gem. *arXiv preprint arXiv:1812.00420*. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1812.00420>