

## DESARROLLO Y APLICACIÓN DE LABORATORIOS VIRTUALES DESTINADOS A EDUCACIÓN DE GRADO Y PREGRADO

Godoy Pablo Daniel<sup>1,2,3,4</sup>, Marianetti Osvaldo Lucio<sup>1,4</sup>, Fontana Daniel<sup>1,4</sup>, Manganelli Silvina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ingeniería

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Cuyo, ITIC

<sup>4</sup>Universidad de Mendoza

pablo.godoy@ingenieria.uncuyo.edu.ar

### RESUMEN

El presente artículo describe un proyecto aprobado y financiado por la Universidad Nacional de Cuyo, cuyo plazo de ejecución es entre 2022 y 2024.

El proyecto tiene como objetivos el desarrollo de laboratorios virtuales para ser utilizados en tareas docentes, realizar aportes en el campo de los laboratorios virtuales o su aplicación en tareas de enseñanza, y poner a prueba la hipótesis de que las prácticas educativas STEAM y las herramientas digitales puede servir para mejorar las competencias científicas, tecnológicas y digitales de los estudiantes.

El proyecto se encuentra en su etapa inicial de ejecución, estando en desarrollo dos laboratorios virtuales, uno de efecto Doppler y otro de ventanas deslizantes para la enseñanza de redes de computadoras. Se espera que el proyecto finalice con la implementación de un conjunto de laboratorios virtuales que serán de gran utilidad en las tareas de enseñanza de los docentes investigadores que forman parte del proyecto u otros docentes o estudiantes, con experiencias de aplicación que serán compartidas en congresos o revistas, y avances en una tesis doctoral.

Área: TIAE (Tecnología Informática Aplicada en Educación)

### CONTEXTO

El presente trabajo describe un proyecto de investigación y desarrollo financiado por la Universidad Nacional de Cuyo a través de los proyectos "SIIP B008: Desarrollo y aplicación de laboratorios virtuales destinados a educación de grado y pregrado" y "SIIP B036-T1: La seguridad de los dispositivos utilizados en IoT mediante la utilización de Blockchain, NFT y/o VPN". El plazo de ejecución es entre 2022 y 2024.

El proyecto surge como una evolución de dos proyectos de investigación y la integración de un trabajo de tesis doctoral. Dichos proyectos se denominan "Implementación de laboratorios remotos basados en cloud computing" y "Laboratorio remoto y nómada de arquitectura de computadoras destinado a enseñanza e investigación". El primero de dichos proyectos tuvo como objetivo investigar e implementar un laboratorio remoto destinado específicamente a que puedan realizar sus trabajos prácticos estudiantes de la carrera Licenciatura en Ciencias de la Computación, dictada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo. El segundo proyecto tuvo como objetivo ampliar las capacidades del primer laboratorio remoto en cuanto a equipamiento y prestaciones. Se adicionó nuevo equipamiento, se incluyeron las características de nómada (que pueda trasladarse físicamente al aula) y máquinas virtuales con la finalidad de permitir la interacción con computadoras de un

laboratorio típico de computación. Estos laboratorios remotos y nómadas fueron utilizados para que estudiantes de distintas carreras realicen sus trabajos prácticos, entre estas: Licenciatura en Ciencias de la Computación, Universidad Nacional de Cuyo, Instituto Tecnológico Universitario (ITU), Universidad Nacional de Cuyo y la Universidad de Mendoza. Pueden consultarse más detalles de dichos laboratorios remotos y experiencias de uso por parte de estudiantes de las carreras mencionadas en [1,2,3,4,5,6,7].

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Objetivos

En este proyecto se propone, como objetivos principales, adicionar algunos experimentos virtuales (o simulados) a las plataformas ya disponibles. El fundamento es que existen experimentos importantes para algunas carreras dictadas en la Universidad Nacional de Cuyo para los cuales no se han creado laboratorios virtuales o simulaciones, o los existentes no poseen las características necesarias.

Como segundo objetivo principal, se espera colaborar con el avance de una tesis doctoral que tiene como título: “Desarrollo de competencias científico-tecnológicas en alumnos universitarios de carreras del área de las ciencias exactas mediante el método STEAM y el pensamiento computacional, necesarias para afrontar los desafíos del siglo XXI”. Se espera que las herramientas a desarrollar sean de utilidad para el desarrollo de la tesis mencionada. También se espera que dicha tesis pueda aportar una visión desde el punto de vista de las ciencias de la educación sobre la mejor manera de utilizar las herramientas a desarrollar.

Como objetivo secundario se propone mantener en funcionamiento el laboratorio remoto/nómada ya construido y que será

utilizado para el dictado de varias materias en las carreras mencionadas anteriormente.

### 1.2 Trabajos Relacionados

Existen un número importante de simulaciones y laboratorios virtuales accesibles a través de Internet. Se mencionan a continuación 3 ejemplos. Existen varios laboratorios virtuales de física, uno de los más importantes son las Simulaciones Interactivas de la Universidad de Colorado [8], en la cual se proveen laboratorios virtuales de varios tipos, por ejemplo, laboratorios de ondas, laboratorios de termodinámica y laboratorios de óptica física. La Universidad Técnica de Berlín provee un simulador de ventanas deslizantes de TCP ampliamente utilizado en cursos de redes de computadoras [9], [10]. El Instituto Tecnológico de Massachusetts provee un simulador de lenguaje ensamblador de 8 bits [11]. El mismo permite introducir a los estudiantes en el empleo de dicho lenguaje y de la arquitectura de procesadores.

### 1.3 Estado actual de avance del proyecto

El proyecto se encuentra en sus etapas iniciales de ejecución. Actualmente se trabaja en el desarrollo de dos laboratorios virtuales:

1) Laboratorio virtual de Efecto Doppler y/o Laboratorio virtual de ondas estacionarias. Existen en la bibliografía algunos laboratorios virtuales de física muy completos, pero carecen de algunas experiencias de laboratorio necesarias por estudiantes que cursan Física 2 en algunas carreras de la Universidad Nacional de Cuyo. Se propone implementar algunos experimentos virtuales que complementen los ya existentes. Se menciona que uno de los integrantes del grupo de trabajo del proyecto es profesor de Física 2 en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Cuyo.

2) Laboratorio virtual de ventanas deslizantes de redes de computadoras. Este es un tema

visto en la materia Redes de Computadoras de la carrera Licenciatura en Ciencias de la Computación, como también en otras carreras de redes o computación. Existen en la bibliografía algunos simuladores, pero carecen de detalles profundos del comportamiento del mecanismo, siendo estos detalles importantes para los estudiantes de la carrera mencionada. Se propone implementar un simulador o laboratorio virtual que muestre el comportamiento de este sistema de ventanas deslizantes. Se menciona que uno de los integrantes del grupo de trabajo del proyecto es profesor de la asignatura Redes de Computadoras, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo.

Actualmente se avanza en la construcción de las interfaces de usuario de ambos laboratorios virtuales. En las figuras 1 y 2 se muestran capturas de pantalla de ambos laboratorios virtuales.

Los laboratorios virtuales a implementar estarán basados en tecnología web, de manera de poder ser accedidos a través de navegadores web típicos, desde cualquier computadora o teléfono celular.

Figura 1: Interfaz de usuario del laboratorio virtual de efecto Doppler

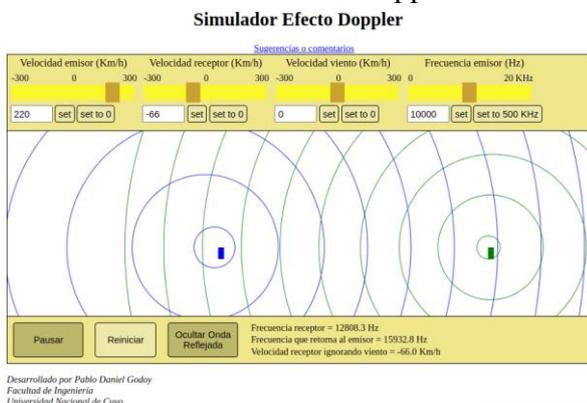
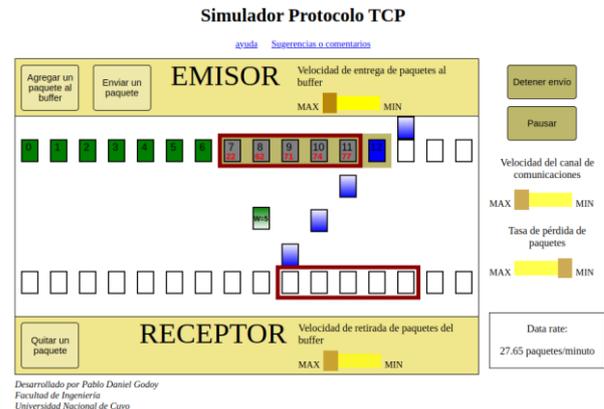


Figura 2: Interfaz de usuario del laboratorio virtual de ventanas deslizantes



## 2. LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO

### 2.1 Laboratorios virtuales

Estos se basan en un modelo físico o de funcionamiento de diferentes tipos de sistemas implementado mediante software [11], [12]. Tienen como ventaja que pueden escalar más fácilmente y no hay limitación sobre la cantidad de equipamiento disponible, sobre todo si se implementan en el cloud [13]. Además, si están disponibles a través de Internet, pueden estar disponibles todos los días del año, las 24 horas. Tienen como desventajas que los modelos pueden no ser exactos y los estudiantes no trabajan sobre equipos ni sistemas reales. Sin embargo, su utilización ha demostrado a los investigadores que forman parte de este proyecto que pueden ayudar en gran medida a que sus estudiantes comprendan fácilmente conceptos de difícil entendimiento.

### 2.2 Prácticas educativas STEAM

Actualmente existe un amplio abanico de herramientas digitales que pueden usarse en la enseñanza de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la matemática (educación STEAM). Como parte del proyecto, una tesis doctoral en curso tiene como objetivo probar que una adecuada relación entre las prácticas educativas STEAM y las herramientas digitales puede servir para mejorar tanto las

competencias científicas tecnológicas de los estudiantes como sus competencias digitales, necesarias para el desarrollo personal y profesional en la era digital. Para comprobar esta hipótesis, se han diseñado instrumentos con pautas para evaluar el desarrollo de competencias científicas, tecnológicas, digitales y las necesarias para afrontar los desafíos del siglo XXI, en alumnos pertenecientes a carreras del área de las ciencias exactas e ingeniería [14]. Por otro lado, este trabajo de tesis doctoral requiere de las herramientas para llevar adelante prácticas STEAM, entre estas, los simuladores.

### **2.3 Laboratorios remotos y nómadas**

Permiten a los estudiantes acceder a equipamiento real a través de Internet o una red LAN. Tienen como ventaja que los estudiantes trabajan con sistemas reales, usualmente el tiempo durante el cual los equipos están disponibles es mayor que en una experiencia de laboratorio presencial, y los estudiantes pueden estar en ubicaciones alejadas, incluso en otros países. La característica de nómada permite que el equipamiento pueda trasladarse al aula o laboratorio para que los estudiantes puedan interactuar físicamente con el mismo, combinando acceso remoto y presencial. Tienen como desventaja que el costo del equipamiento y el acceso al mismo a través de Internet tiene un costo económico, por lo que la cantidad de equipamiento y el acceso al mismo es limitado.

## **3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS**

### **3.1 Contar con herramientas que ayuden en el proceso de enseñanza**

Los investigadores que forman parte de este proyecto son docentes de varias asignaturas: Arquitectura de Computadoras, Arquitecturas Distribuidas, Redes de Computadoras,

Sistemas Embebidos, Física 2, etc. en varias facultades de la Universidad Nacional de Cuyo y de la Universidad de Mendoza. Mediante un proceso exhaustivo de búsqueda de herramientas que asistan en el proceso de enseñanza, se ha detectado que no hay disponibilidad de los laboratorios virtuales propuestos. Por lo que el principal resultado esperado es contar con estas herramientas para ser utilizadas durante el dictado de clases.

### **3.2 Mejorar competencias científicas, tecnológicas y digitales de los estudiantes**

Se espera probar la hipótesis de que la adecuada relación entre las prácticas educativas STEAM y las herramientas digitales puede servir para mejorar tanto las competencias científicas tecnológicas de los estudiantes como sus competencias digitales.

### **3.3 Realizar aportes en las áreas de los laboratorios virtuales y enseñanza**

Se espera que el desarrollo de los laboratorios virtuales propuestos y su aplicación en tareas de enseñanza genere conocimientos y resultados útiles para la comunidad científica. Por tal motivo, los conocimientos generados, experiencias de aplicación en tareas docentes y resultados obtenidos serán publicados en congresos y revistas. Por otro lado, los propios laboratorios virtuales a desarrollar estarán disponibles libremente para su utilización por parte de profesores o estudiantes que deseen utilizarlos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen el financiamiento recibido de la Secretaría de Investigación, Internacionales y Posgrado (SIIP), Universidad Nacional de Cuyo, a través de los proyectos "SIIP B008: Desarrollo y aplicación de laboratorios virtuales destinados a educación de grado y pregrado" y "SIIP B036-T1: La seguridad de los dispositivos utilizados

en IoT mediante la utilización de Blockchain, NFT y/o VPN”.

## 5. BIBLIOGRAFIA

[1] Godoy, Pablo; Marianetti, Osvaldo; García Garino, Carlos; "Experiences With Computer Architecture Remote Laboratories"; en Handbook of Research on Software Quality Innovation in Interactive Systems”, Chapter 5; IGI Global, Hershey, Pennsylvania, USA, 2020.

[2] Godoy, Pablo; Cayssials, Ricardo; García Garino, Carlos; "A WSN testbed for teaching purposes"; IEEE Latin America Transactions. 14(7),3351–3357 (2016).

[3] Godoy, Pablo; Cayssials, Ricardo; García Garino, Carlos; "Communication channel occupation and congestion in wireless sensor networks"; Computers & Electrical Engineering. 72, 846–858 (2018).

[4] Godoy, Pablo; Cayssials, Ricardo; García Garino, Carlos; "Laboratorio remoto para la formación de usuarios basado en el cloud"; Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación 18, 7–18 (2016).

[5] Godoy, Pablo; García Garino, Carlos; Cayssials, Ricardo; "A nomadic testbed for teaching computer architecture"; In: XVII Workshop Tecnología Informática Aplicada en Educación (WTIAE), XXIV, CACIC, 2018.

[6] Godoy, Pablo; Cayssials, Ricardo; García Garino, Carlos; "Zigbee WSN Round Trip Latency in Function of Channel Occupation and Nodes Configuration"; In IEEE ArgenCon 2016.

[7] Godoy, Pablo Daniel; Marianetti, Osvaldo; Mansilla Roberto Alejandro; García Garino, Carlos; "Estudio de herramientas para la implementación de laboratorios remotos"; en XXIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC) 2021, Chilecito, La Rioja.

[8] Universidad de Colorado, PhET Interactive Simulations website. Accedido en febrero de 2022.

[9] Telecommunication Networks Group, Universidad Técnica de Berlín, simulador de ventanas deslizantes de TCP:

[10] López-Pedroza I.A., de Asís López-Fuentes F. (2021) Teaching of TCP Fundamental Operations Using a Digital Tool. In: Computer Science and Health Engineering in Health Services. COMPSE 2020. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, vol 359. Springer, Cham.

[11] Darrah, M., Humbert, R., Finstein, J. et al. Are Virtual Labs as Effective as Hands-on Labs for Undergraduate Physics? A Comparative Study at Two Major Universities. J Sci Educ Technol 23, 803–814 (2014).

[12] Dongfeng Liu, Priscila Valdiviezo-Díaz, Guido Riofrio, Yi-Meng Sun, Rodrigo Barba, Integration of Virtual Labs into Science E-learning, Procedia Computer Science, Volume 75, 2015, Pages 95-102, ISSN 1877-0509.

[13] José A. González-Martínez, Miguel L. Bote-Lorenzo, Eduardo Gómez-Sánchez, Rafael Cano-Parra, Cloud computing and education: A state-of-the-art survey, Computers & Education, Volume 80, 2015.

[14] Manganelli, Silvina. Aportes de las herramientas digitales a STEM, durante la investigación científica, para fomentar el desarrollo de competencias científicas, tecnológicas y digitales. Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC). Tecnología Informática Aplicada en Educación (WTIAE). 2021.

# LA MEJORA DEL APRENDIZAJE EN AVAs APLICANDO ANALÍTICA DEL APRENDIZAJE

Delia Esther Benchoff, Ivonne Gellon, Carlos Guillermo Lazurri, Constanza R. Huapaya, Erik Borgnia Giannini y Matias H. Gutierrez

Grupo de Investigación Inteligencia Artificial aplicada a Ingeniería / Departamento de Informática/  
Facultad de Ingeniería/ Universidad Nacional de Mar del Plata

Juan B. Justo 4302, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

{ebenchoff, guillermol, ivonne}@fi.mdp.edu.ar

constanza.huapaya@gmail.com, {eborgnia, mhgutierrez}@alumnos.fi.mdp.edu.ar

## RESUMEN

Los ambientes virtuales de aprendizaje (AVAs), reúnen gran cantidad de datos sobre los estudiantes, los cuales son difíciles de analizar manualmente, por lo que se necesitan herramientas y métodos que contribuyan a explorar y aprovecharlos en pos de mejorar el aprendizaje de los usuarios. La Analítica del Aprendizaje (AA) se enfoca en la toma de decisión apoyada en datos, e integra las dimensiones técnicas y pedagógicas del aprendizaje mediante la aplicación de modelos predictivos. Con los avances de AA, especialmente de las técnicas de Machine Learning, puede mejorarse la personalización y adaptación del aprendizaje en AVAs. Los aspectos a enriquecer en la adaptación son: estilos de aprendizaje, estados cognitivos, evaluaciones de proceso y finales, retroalimentación y materiales instruccionales. Las universidades buscan predecir el rendimiento de los estudiantes para minimizar el abandono de sus estudios. La exploración de la personalización avanzada será usada para indagar y corregir las fallas académicas.

*Palabras claves:* Aprendizaje Personalizado, Analítica del Aprendizaje, Ambiente Virtual de Aprendizaje, Ingeniería Informática.

## CONTEXTO

Nuestra línea de I/D está inserta en el proyecto *Mejora del aprendizaje personalizado aplicando analítica del aprendizaje* (ING656/22), el cual continua y profundiza las indagaciones ya iniciadas en los proyectos anteriores denominados: *Adaptación en un*

*ambiente virtual de aprendizaje: pruebas y materiales personalizados* (ING464/16) y *Personalización en un ambiente virtual de aprendizaje basada en estilos, conocimiento previo y errores frecuentes* (15H27/PSI/19). El primero contribuyó con el diseño y desarrollo de materiales de estudio y pruebas personalizadas para estudiantes universitarios, y en el segundo se emplearon los recursos adaptativos que provee el LMS Moodle, para diseñar itinerarios de aprendizaje, materiales de estudio y actividades personalizadas, que respondan a las características diagnosticadas de los estudiantes.

## 1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje personalizado explora itinerarios de aprendizaje a la luz de las diferencias personales de los estudiantes considerando su conocimiento y habilidades [1] [2]. Se entiende por itinerarios (o trayectorias) de aprendizaje a cualquier secuencia de contenidos pedagógicos construidos con la finalidad de alcanzar los objetivos de aprendizaje de los estudiantes en un tema o área específica.

En este contexto, los parámetros de la personalización son las variables utilizadas para determinar las características y necesidades de los estudiantes. Los parámetros más usados son objetivos de aprendizaje, conocimiento previo, estilo de aprendizaje, habilidades adquiridas y el tiempo requerido para alcanzar cada objetivo.

Desde el inicio de la carrera Ingeniería Informática, se ha estudiado y desarrollado,

con un esfuerzo sostenido, la personalización de diseños instruccionales, y su adaptación progresiva en AVAs. Durante los primeros años, como complemento de las clases presenciales y de acceso opcional para los estudiantes, a partir de marzo de 2020, a raíz del aislamiento ocasionado por el SAR-COV2, se estableció la modalidad virtual con acceso obligatorio, en 2022 como complemento de las clases presenciales y con acceso obligatorio para todos los estudiantes. Fundamentos de la Informática, ha sido la materia sobre la cual se logró un mayor avance en la personalización y adaptación en el AVA (materiales de estudio, actividades y pruebas formativas), reportando los resultados obtenidos en congresos vinculados a la temática [3] [4]. La gran cantidad de datos existentes actualmente, generados por la actividad en los AVAs (p.e. resultados de encuestas sobre conocimiento previo y aspectos de la cursada, resultados de calificaciones formativas y finales, tiempo de realización de actividades y evaluaciones, estadísticas sobre la dificultad o no de los temas evaluados), particularmente a partir de 2020, demanda la aplicación de métodos y técnicas que brinden conocimiento automático para el diseño de nuevas recomendaciones, las cuales impactarían en la diversificación de los itinerarios de aprendizaje. En otras palabras, la aplicación de algoritmos de software para predecir y/o detectar aspectos desconocidos del proceso de aprendizaje, basados en datos históricos y el comportamiento actual de los estudiantes dentro del entorno en el cual sucede, posibilitarían el progreso de la personalización de los diseños instruccionales y su adaptación en AVAs.

La experiencia acumulada a lo largo de 8 años de investigación en el tema se ha trasladado a 3 materias específicas en la formación del Ingeniero Informático: Programación I. Taller de programación I y Programación III [6].

El aprendizaje personalizado [1] [5] [7] responde al modelo de enseñanza centrado en los estudiantes.

Los ambientes computacionales de aprendizaje tienen que contemplar la adaptación entendida como la adecuación de los contenidos o visualización del sistema a las preferencias del usuario. El proceso de adaptación está basado en las preferencias y objetivos del estudiante. Estas propiedades están almacenadas en el modelo del usuario. Estos modelos brindan la posibilidad de distinguir la intervención de los diferentes actores de la comunidad educativa, y proveer al sistema de la habilidad de adecuar su reacción con datos del modelo del usuario [9]. En el contexto del e-learning, los sistemas adaptativos se enfocan en la presentación de estos contenidos, ajustándose a diferentes condiciones. En los ambientes de aprendizaje se puede distinguir dos tipos de ajustes. En primer lugar, hay sistemas adaptables que pueden cambiar sus parámetros cuando el usuario modifica al sistema de acuerdo a sus necesidades. En segundo lugar, los sistemas adaptativos implican adecuar automáticamente el sistema al usuario. Las necesidades del usuario son inferidas por el sistema, a través de la observación de su comportamiento, cuando éste lo cambia de acuerdo a sus necesidades [8].

Si bien la personalización ha avanzado en estos años [1] [10] [11], el aprendizaje personalizado y su adaptación en AVAs todavía necesita progresar en diversos aspectos como recomendaciones individualizadas, filtrado de contenidos, fidelidad de los estilos de aprendizaje, evaluaciones personalizadas y trabajo colaborativo.

Una posible respuesta en pos de la mejora del aprendizaje personalizado, se basa en la aplicación de Analítica de Datos (AD) [12]. AD comprende una colección de datos valiosos, el análisis inteligente de la información y el hallazgo de conocimiento útil para la toma de decisiones. i.e., una grandes conjuntos de datos, técnicas estadísticas y modelos predictivos. La AD es un campo donde interactúan diferentes disciplinas, como estadística, reconocimiento de patrones, teoría

de sistemas, investigación operativa e Inteligencia Artificial.

En el campo de la educación, la Analítica de Datos dio lugar a la Analítica del Aprendizaje (AA). Desde que AA fue mencionada por primera vez en el reporte de New Media Consortium (NMC) Horizon Report 2012 [13] ha ganado una relevancia creciente. AA se define como la medición, colección, análisis y reporte de datos sobre estudiantes y sus contextos para entender y optimizar el aprendizaje y los ambientes donde ocurre.

Siguiendo a Campbell y Oblinger [14], AA consta de un proceso de 5 pasos: *Captura, Reporte, Predicción, Actuación y Refinamiento*.

AA posee cierta semejanza con EDM (Educational Data Mining). Ambas comunidades de investigación analizan información educacional, típicamente recopilada en plataformas en línea. La primera se centra en proveer herramientas para la intervención humana mientras que la segunda considera una adaptación automática.

El propósito de AA es crear un ambiente de aprendizaje amigable y personalizado para los estudiantes y facilitar recomendaciones a fin de alcanzar sus logros. Uno de los beneficios más importantes es el aporte sobre el desempeño de los actores de la comunidad educativa no solo en un momento específico, sino también sobre sus futuros logros o fallas p.e., provee a los estudiantes, docentes y autoridades información sobre su desempeño con relación a otros, identifica estudiantes que necesiten ayuda extra, ayuda a docentes con su planificación de sus cursos, entre otras. Estas metas necesitan un modelo de clasificación y predicción a fin de actuar con acciones remediabiles. Es aquí donde las técnicas de Machine Learning (ML) han mostrado su utilidad [15] [16].

ML es una convergencia de la estadística y las ciencias de la computación donde las máquinas

aprenden a mejorar el rendimiento desde sus experiencias previas, de una manera similar a los humanos. La única diferencia es que las computadoras aprenden desde los datos y las personas aprenden desde sus experiencias. [17].

Algunos autores han establecido que los métodos de aprendizaje de ML (p.e., ANNs (redes neuronales artificiales), SVM (support vector machines) y árboles de decisión pueden ser superiores a sus contrapartes estadísticas (p.e., regresión logística y análisis discriminante) en términos de ser menos restrictivos en sus asunciones y la producción de mejores resultados en sus predicciones. [18].

Las ANNs [19] [20] son herramientas usadas para análisis de datos cuando existen relaciones funcionales entre variables que luego son modeladas, su ventaja es que se pueden aplicar a estudios en los cuales los datos de entrada son incompletos o ambiguos por naturaleza. El estudio del desempeño académico ha ganado gran significancia no sólo para alcanzar un alto nivel, sino en la búsqueda de factores que influyen el proceso educativo [21] [22]. Por ejemplo, para detectar estudiantes en riesgo de abandono de sus estudios, o para reconocer estilos de aprendizaje de estudiantes individualmente de acuerdo a las acciones que ha ejecutado en un AVA [23].

## 2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

- Personalización y adaptación del aprendizaje en AVAs como complemento de clases presenciales y propuestas de modalidad mixta (presencial y remota)
- Identificación de estilos de aprendizaje como aportes al diseño y desarrollo de propuestas formativas personalizadas.
- Analítica del Aprendizaje, exploración e implementación de modelos para la detección de estudiantes en riesgo de abandono, o para reconocer estilos de

aprendizaje de estudiantes individualmente de acuerdo a las acciones que ha ejecutado en un AVA.

### 3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

- Aplicar la experiencia acumulada por el grupo de investigación en personalización y adaptación en AVAs a 4 asignaturas de la carrera Ingeniería Informática.
- Ampliar la base de estilos de aprendizaje para evaluar la permanencia y/o cambio en los estilos y mejorar la adaptación de AVAs.
- Implementar Analítica del Aprendizaje en AVAs para mejorar la personalización y adaptación del aprendizaje.

### 4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El equipo de investigación está compuesto por cuatro docentes investigadores especialistas en educación e informática, y por dos estudiantes avanzados de la carrera Ingeniería Informática en etapa de formación como investigadores.

### 5. BIBLIOGRAFÍA

[1] Nabizadeh A. H., Leal J.P., Rafsanjani H.N. y Shah R.R. Learning path personalization and recommendation methods: A survey of the state-of-the-art. *Expert Systems with Applications*. vol. 159. 2020. 113596. ISSN: 0957-4174. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113596>.

[2] Zhang L., Basham J. D. y Yang S. Understanding the implementation of personalized learning: A research synthesis. *Educational Research Review*. vol. 31. 2020. 100339. ISSN: 1747-938X. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100339>

[3] González M. P., Benchoff D. E., Huapaya C. R., Remón, C., Lazurri, G., Guccione L., Lizarralde F. A. J. Avances en la

Personalización y Adaptación de Pruebas en un Ambiente Virtual de Aprendizaje. XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Octubre 2018. pp. 193-202. ISBN: 978-950-658472-6. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/73088>

[4] Benchoff D. E., Lizarralde F. A. J., Huapaya C. R., Aguiar A. L., González M. P. Impacto del COVID19 en la enseñanza personalizada. XVI Congreso de Tecnología en Educación & Educación en Tecnología (TE&ET 2021): libro de actas, Argentina: Facultad de Informática (UNLP). 2021. pp. 61-69. ISBN 978-950-34-2014-0. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/121569>

[5] Mansur A. B. F., Yusof N. and Basori A. H. Personalized Learning Model Behaviour based on Deep Learning Algorithm for Student Behaviour Analytic. *Procedia Computer Science* 16. 2019. pp. 125–133. ISSN 1877-0509.

<https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.12.094>

[6] Benchoff, D., Lazzurri, C., Gellon, I., Borgnia Gianini, E., González, M., Huapaya, C., and Dai Pra, A. (2022). Personalización y adaptación del aprendizaje en Ingeniería Informática. *Memorias De Las JAIIO*, 8(8), 145-157. Recuperado a partir de <https://publicaciones.sadio.org.ar/index.php/JAIIO/article/view/414>

[7] Chrysafiadi K., Virvou M. *Advances in Personalized Web-Based Education*. e-Book. Springer Cham Heidelberg. 201. ISBN 978-3-319-12895-5

[8] Froschl C. *User Modeling and User Profiling in Adaptive E-learning Systems*. Master's Thesis de la Graz University of Technology. (2005)

[9] Brusilovsky P. y Maybury M.T. From adaptive hypermedia to the adaptive web. *Communications of the ACM*. 2002. e-Book, vol. 45, no. 5 pp. 30–33. DOI: 10.1145/506218.506239

- [10] Tian F., Zheng Q., Gong Z., Du J. and Li R. Personalized Learning Strategies in an intelligent e-Learning Environment. 2007 11th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, 2007, pp. 973-978, doi: 10.1109/CSCWD.2007.4281570
- [11] Benchoff D. E., González M. P. and Huapaya C. R. Personalization of Tests for Formative SelfAssessment. in IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, vol. 13, no. 2, pp. 70-74, May 2018, doi: 10.1109/RITA.2018.2831759
- [12] Wibawa B., Siregar J. S., Asrorie D. A. and Syakdiyah H. Learning Analytic and Educational Data Mining for Learning Science and Technology. The 2nd Science and Mathematics International Conference (SMIC 2020) AIP Conf. Proc. 2331, 060001-1–060001-7; <https://doi.org/10.1063/5.0041844> Published by AIP Publishing. 978-0-7354-4075-3.
- [13] Johnson L., Adams S., Cummins M., The NMC horizon report: 2012 higher education-edition. The New Media Consortium, Austin. 2012
- [14] Campbell J.P., DeBlois PB, Oblinger DG Academic analytics: a new tool for a new era. EDUCAUSE Review 42 Vol. 4. 2007. pp. 40–57. <https://er.educause.edu/articles/2007/7/academic-analytics-a-newtool-for-a-new-era>
- [15] Mitchell T. Machine Learning. New York, McGraw Hill. 1997. ISBN OCLC 36417892.
- [16] Mitchell T. Cap. 14 Key Ideas in Machine Learning. DRAFT OF December 4, 2017
- [17] Bishop, C. M., Pattern recognition and machine learning. Book. Springer. 2006. ISBN 978-0-387-310732
- [18] Delen D. A. Comparative analysis of machine learning techniques for student retention management. Decision Support Systems 49 (2010) 498–506.
- [19] Rumelhart, D.E.; James McClelland. Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition. Cambridge: MIT Press. Book. 1987. <https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?bknumber=627682>
- [20] Bouwmans, T., Javed, S., Sultana, M., and Jung, S. K. Deep neural network concepts for background subtraction: A systematic review and comparative evaluation. Neural Networks, Vol. 117. 2019. pp. 866. ISSN 0893-6080. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2019.04.024>
- [21] Mason, C., Twomey, J., Wright, D., and Whitman, L. Predicting Engineering Student Attrition Risk Using a Probabilistic Neural Network and Comparing Results with a Backpropagation Neural Network and Logistic Regression. Res. High. Educ. Vol. 59, pp. 382–400. 2018. doi: 10.1007/s11162-017-9473-z
- [22] Figueiredo, J., Lopes, N., and García-Pévalo, F. J. Predicting student failure in an introductory programming course with multiple back-propagation. ACM Int. Conf. Proc. Ser. 2019, pp. 44–49. 2019. doi: 10.1145/3362789.3362925
- [23] Villaverde J. E., D. Godoy and Amandi A. Learning styles' recognition in e-learning environments with feed-forward neural networks. June 2006. Journal of Computer Assisted Learning 22(3):197-206. doi: 10.1111/j.1365-2729.2006.00169.x