

ACTAS



XVI CONGRESO DE TECNOLOGÍA EN EDUCACIÓN & EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA

TE&ET 2021



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

CONGRESO
**TE
&
NET**





XVI Congreso de Tecnología en Educación & Educación en Tecnología (TE&ET 2021)

La Plata (Buenos Aires), 10 y 11 de junio de 2021

Organizadores

Red de Universidades con Carreras en Informática – RedUNCI.
Facultad de Informática - Universidad Nacional de La Plata

XVI Congreso de Tecnología en Educación & Educación en Tecnología: libro de actas / editado por Patricia Pesado ; Cecilia Sanz. - 1a ed. - La Plata : Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Informática, 2021.

Libro digital, PDF.

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-950-34-2014-0



1. Actas de Congresos. 2. Educación Tecnológica. 3. Tecnología Educativa. I. Pesado, Patricia, ed. II. Sanz, Cecilia, ed.
CDD 370.71

Autoridades de TE&ET 2021

Comité Científico

María José Abásolo (UNLP - Argentina)
 Sandra Baldassarri (Unizar - España)
 Elena Barberá (UOC - España)
 Alberto Cañas (UWF - USA)
 Zulma Cataldi (UTN - Argentina)
 Eva Cerezo (Unizar - España)
 Cesar Collazos (UNICAUCA - Colombia)
 Teresa Coma-Roselló (Unizar - España)
 Armando De Giusti (UNLP - Argentina)
 Javier Díaz (UNLP - Argentina)
 Domingo Docampo (UVigo - España)
 Guillermo Feierherd (UNPSJB - Argentina)
 Ana Fernández Pampillón (UCM - España)
 Ariel Ferreyra (UNRC - Argentina)
 Lorenzo García Aretio (UNED - Argentina)
 Marcela Género (UCLM - España)
 Alejandro González (UNLP - Argentina)
 Gladys Gorga (UNLP - Argentina)
 Susana Herrera (UNSE - Argentina)
 Ramiro Jordan (UNM - USA)
 Mónica Luque (RITLA - USA)
 Cristina Madoz (UNLP - Argentina)
 Alejandra Malberti (UNSJ - Argentina)
 María Malbrán (UBA/UNLP - Argentina)
 Regina Motz (Udelar - Uruguay)
 Antonio Navarro Martin (UCM - España)
 José Ángel Olivas Varela (UCLM - España)
 Carlos Paldao (USA)
 Patricia Pesado (UNLP - Argentina)
 Dolores Isabel Rexachs del Rosario (UAB - España)
 Josemar Rodríguez de Sousa (UNEB - Brasil)
 Rosabel Roig Vila (UA - España)
 Sonia Rueda (UNS - Argentina)
 Claudia Russo (UNNOBA - Argentina)
 Jaime Sánchez (UCHILE - Chile)
 Albert Sangrà (UOC - España)
 Liliana Santacruz (URJC - España)
 Cecilia Sanz (UNLP - Argentina)
 Guillermo Simari (UNS - Argentina)
 Liane Tarouco (UFRGS - Brasil)
 Ángelo Tartaglia (POLITO - Italia)
 Pedro Willging (UNLPam - Argentina)
 Alejandra Zangara (UNLP - Argentina)



Coordinadores

Cecilia Sanz (UNLP)
Mónica Tugnarelli (UNER)
Claudia Russo (UNNOBA)

Comité Académico

UBA Cs. Exactas - Diego Garbervetsky	UNCa - Maria Valeria Poliche
UBA Ingeniería - Adriana Echeverria	UNLR - Marcelo Martinez
UNLP - Patricia Pesado	UNTREF - Alejandro Oliveros
UNS - Sonia Rueda	UNT - Griselda María Luccioni
UNSL - Marcela Printista	UNAJ - Martín Morales
UNCPBA - Claudio Aciti	UNCAus - Patricia Zachman
UNCOMA - Guillermo Grosso	UNO - Antonio Foti
UNLaM - Jorge Eterovic	UNCUYO - Carlos García Garino
UNLPam - Hugo Alfonso	UNMDP - Carlos Ríos
UNTDF - Gabriel Koremblit	UNQ -
UNSa - Gustavo Gil	UNAHUR - Gustavo Medrano
UNPA - Marta Lasso	UNSAa - Hugo Ramón
UNSJ - Nelson Rodriguez	UNSAM - Marcelo Estayno
UADER - Jorge Noriega	UM - Hugo Padovani
UNPSJB - Carlos Buckle	UAI - Marcelo De Vincenzi
UNER - Mónica Tugnarelli	UB - Alberto Guerci
UNNE - Gladys Dapozo	UK - Marisa Panizzi
UNR - Dante Zanarini	UAP - Juan Bournissen
UNaM - Horacio Kuna	UCAECE - Lucía Malbernat
UNNOBA - Claudia Russo	UP - Adriana Alvarez
UNdeC - Fernanda Carmona	UCA Rosario - Sebastián Grieco
UNLa - Diego Azcurra	USAL - Marcelo Zanitti
UNSE - Elena Duran	UAC - Rosa Giménez
Esc. Sup. Ejército - Alejandro Arroyo Arzubi	UGD - Hector Javier Ruidías
UNL - Horacio Loyarte	UADE -
UNRC - Marcelo Arroyo	UCEMA - Ariadna Guglianone
UNC - Daniel Fridlender	UA - Juan Pablo Cosentino
UNJu - Analía Herrera Cogna	UAA - Liliana Rathmann
UNRN - Luis Vivas	UCA LaPlata - Rodolfo Bertone
UNVM - Laura Prato	ITBA - Mario Bolo
UNLu - Wálter Panessi	UMCH - Fernando Pinciroli



Comité Organizador

El XVI Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología es organizado por la Facultad de Informática de la UNLP en nombre de la Red de Universidades con Carreras de Informática (RedUNCI).

El equipo de trabajo para la organización del Congreso está coordinado por el Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI) de la Facultad de Informática de la UNLP.

Autoridades de la RedUNCI

Coordinador Titular - Patricia Pesado

Coordinador Alterno - Marcelo Estayno

Junta Directiva

Horacio Kuna (UNaM)
Marcela Printista (UNSL)
Mónica Tugnarelli (UNER)
Hugo Padovani (UM)
Jorge Eterovic (UNLaM)
Claudio Aciti (UNCPBA)
Marcelo Arroyo (UNRC)
Marisa Panizzi (UK)

Miembro Honorario

Armando De Giusti (UNLP)

Secretarías

Secretaría Administrativa

Secretaría Académica

Secretaría de Ciencia y Técnica

Secretaría de Asuntos Reglamentarios

Secretaría de Vinculación Tecnológica y Profesional

Secretaría de Congresos, Publicaciones y Difusión

Marta Lasso (UNPA)

Claudia Russo (UNNOBA)

Nelson Rodríguez (UNSJ)

Marcelo De Vincenzi (UAI)

Gustavo Gil (UNSa)

Pablo Thomas (UNLP)

Auspicios



Índice

Tecnología en Educación.....	1
Agilidad en el diseño de recursos para apoyar la simulación de sistemas..... <i>Sonia I. Mariño, Pedro L. Alfonzo, Griselda Cardozo, Daiana Vallejos.</i>	2
Diseño de una APP Web para la formación y el entrenamiento de docentes en TIC: el caso de las carreras BIBES y LICAD, UNMdP..... <i>Gladys V. Fernández, Alejandro H. González, Gustavo Liberatore.</i>	10
E-Rúbricas para evaluar un tema de Informática en primer año..... <i>Verónica L. Vanoli.</i>	20
El Análisis Estático como Herramienta de Evaluación en Cátedras con Proyectos de Programación..... <i>Martín L. Larrea.</i>	25
Evolución temática de publicaciones en español. Una estrategia posible para el diseño de situaciones didácticas..... <i>Santiago Bianco, Laura Lanzarini, Alejandra Zangara.</i>	35
Herramientas de Microlearning: propuesta de implementación en el ámbito universitario..... <i>Claudia Alderete, Pablo Vera, Rocío A. Rodríguez.</i>	42
Herramientas de Realidad Aumentada para la conceptualización del límite de una función en un punto..... <i>Mario U. Avila, Luis F. Crespo.</i>	52
Impacto del COVID-19 en la enseñanza personalizada..... <i>Delia E. Benchoff, Francisco A. J. Lizarralde, Constanza R. Huapaya, Andrea L. Aguiar, Marcela P. González.</i>	61
La programación y la robótica para el aprendizaje de prácticas del lenguaje y la matemática en la escuela especial..... <i>Cecilia Roma.</i>	70
Realidad Aumentada y su Vinculación con el Rendimiento Académico..... <i>Lucas Romano, Cecilia Sanz, Gladys Gorga.</i>	79
Recursos educativos multimediales, el reto a un clic..... <i>Delia E. Benchoff.</i>	89
Revisión sistemática sobre la meta- anotación de videos educativos con emociones..... <i>Gustavo J. Astudillo, Cecilia V. Sanz, Sandra Baldassarri.</i>	99
Trazabilidad de la actividad académica virtual de la Facultad de Ciencias Agrarias en Contexto de Pandemia..... <i>Silvina A. García, Araceli S. Boldorini, Luciana A. Burzacca, Evelina M. Marinelli.</i>	109

Educación en Tecnología.....	116
Análisis de uso y aplicación de estrategias didácticas apoyadas en TIC para la formación por competencias de estudiantes de la UPEL – IPRGR durante la pandemia originada por el COVID-19.....	117
<i>Charles Roy Maldonado, Damarys Pungutá.</i>	
Enfoque didáctico para la enseñanza transdisciplinar de la Inteligencia Artificial.....	127
<i>Sol Bertochi, Jorge Navarro, Jorge Rodríguez, Laura Cecchi.</i>	
Evaluación de habilidades cognitivas para la resolución de problemas en un curso de introducción a la programación.....	137
<i>Gladys Dapozo, Cristina Greiner, Raquel Petris, María C. Espíndola, Ana M. Company.</i>	
Hacia una propuesta didáctica para la enseñanza de la programación.....	144
<i>Gustavo Astudillo, Silvia Bast, Yamila Minetti.</i>	
La Enseñanza y Aprendizaje inicial de Programación en el contexto de la pandemia. Experiencia y Reflexiones a futuro.....	154
<i>Laura De Giusti, Gladys Gorga, Virginia Ainchil, Eduardo Ibañez, Ismael Rodríguez, Verónica Artola, Luciano Marrero, Cristina Madoz, Gonzalo Villarreal, Armando De Giusti.</i>	
Vinculación profesional para el monitoreo de servicios de TICs utilizando Big Data.....	164
<i>Marcelo D. Caiafa, Ariel Aurelio, Adrián M. Busto.</i>	
 Experiencias Docentes/Innovaciones Curriculares.....	 174
Aprender a Programar en Tiempos de Pandemia. Una experiencia con Docentes de Nivel Primario.....	175
<i>Martín Goin, Edith Lovos, Cecilia Sanz.</i>	
Consolidación de Conceptos de Programación en Lenguaje Ensamblador a través de la Creación de Juegos y Animaciones Gráficas en el Entorno de Simulación WinMips64.....	182
<i>César Estrebou, Genaro Camele, Facundo Quiroga, Horacio Villagarcía Wanza.</i>	
Evaluar en Línea a través de un Entorno Virtual (Moodle). Experiencias en la UNTDF.....	191
<i>Moyano Ezequiel, Matías Moncho, Marcela Jerez, Emilio Izarra.</i>	
Experiencia de implementación del laboratorio remoto VISIR con estudiantes de ingeniería.....	201
<i>Graciela Serrano, Carlos Martínez, Daniela Mauceri.</i>	



Experiencia docente: la transformación del ingreso presencial a virtual de la Licenciatura en Ciencias de la Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuyo.....	211
<i>Cristian Gamba, Marisa F. Haderne.</i>	
Mediación tecnológica en un curso de Matemática para el Nivel Medio en el contexto de la pandemia.....	221
<i>Mariana Gubaro.</i>	
Otra Forma de Evaluar en Ingeniería de Software y el Uso de Rúbricas como Apoyo al Dispositivo.....	231
<i>Moyano Ezequiel, Matías Moncho, Daniel Aguil Mallea, Lucas Romano.</i>	
Demos Educativos.....	241
Albores: un juego basado en interacción tangible para conocer figuras destacadas de la historia de la Informática.....	242
<i>Nahuel Bigurrarena, Emilio Ballardini, Verónica Artola, Abril Buffarini, Mauricio Nordio, Cecilia Sanz.</i>	
Entorno Virtual 3D en OpenSim para el trabajo con estudiantes con discapacidad auditiva.....	246
<i>Adriana Fachal, María J. Abásolo.</i>	
Herramienta tecnológica de apoyo al aprendizaje de metaheurísticas.....	249
<i>Pablo D. Cocinero, Raúl O. Klenzi, Graciela Beguerí, Juan I. Olivares, María A. Malberti.</i>	



Tecnología en Educación

FACULTAD DE INFORMÁTICA - UNLP



Agilidad en el diseño de recursos para apoyar la simulación de sistemas

Sonia I. Mariño, Pedro L. Alfonzo, Griselda Cardozo, Daiana Vallejos

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina

simarinio@yahoo.com, plalfonzo@hotmail.com

Resumen

El artículo describe la adaptación de una metodología de gestión de proyectos ágiles aplicada para la construcción de micrositos que fortalecen el aprendizaje significativo en ciertos temas de matemática aplicada en contextos de educación superior en tiempos de la pandemia COVID-19. La metodología se sustenta en la descripción de los casos de estudios como elementos que brindan las evidencias para reflexionar en torno a las mismas. Los casos seleccionados responden a dos experiencias situadas en los años 2019 y 2020-2021 involucrando la formación de recursos humanos de grado de una carrera en informática. Los resultados de los proyectos ágiles ingenieriles seleccionados resultaron en la adecuación de la gestión ágil de proyectos educativos para la enseñanza significativa centrada en los estudiantes. Finalmente, entre las contribuciones derivadas de esta experiencia, se destaca i) la formación de recursos humanos desde el grado en competencias del trabajo en equipo y, gestión de proyectos, habilidades que podrán estos profesionales del sector TI aplicarlas en emprendimientos tecnológicos o en contextos organizacionales públicos o privados; ii) los micrositos -artefactos construidos que integran aspectos tecno-pedagógicos- y susceptibles de continua mejora.

Palabras Clave: Educación Superior, agilidad, gestión de proyectos, formación en entornos virtuales

1 Introducción

La gestión de proyectos es un tema transdisciplinar que puede tratarse desde diversas perspectivas. En particular, el artículo propone la adecuación del método descrito en [1] basado en SCRUM como marco de trabajo o framework, orientado a la construcción de micrositos de aprendizajes significativos para aportar a la educación.

1.1 Gestión ágil de proyectos

En la gestión de proyectos software, SCRUM, eXtreme Programming, entre otros, permiten orientar el diseño y construcción de sistemas, posibilitando la entrega temprana de valor, la respuesta rápida a los cambios y la colaboración constante del equipo de trabajo con los clientes y usuarios [2], [3].

SCRUM es una metodología ampliamente adoptada para gestionar proyectos organizacionales, tanto públicos como privados [4] [5]. SCRUM [5] [6] es un framework con el cual las personas pueden tratar problemas complejos y adaptativos, al tiempo que se generan artefactos de valor creativos. Algunos aspectos fundamentales son la innovación, la auto-organización y flexibilización, siendo el objetivo entregar incrementos que respondan los requerimientos del cliente.

El Manifiesto por el desarrollo ágil de software [7] identifica con claridad y precisión las siguientes premisas:

- Priorización de individuos e interacciones sobre procesos y herramientas.

- Software de trabajo sobre documentación.
- Colaboración con el cliente o stakeholders en todo el proceso.
- Flexibilidad y adaptabilidad frente a los cambios.

1.2 Agilidad en proyectos educativos

Las experiencias con metodologías ágiles se utilizan ampliamente en diversos dominios del conocimiento. Uno de ellos es la educación en que SCRUM, propone un enfoque ágil, de modernización de la gestión educativa y pedagógica.

En [8] se mencionan las fases de una “buena gestión pedagógica: diagnóstico, planeación, ejecución, seguimiento y evaluación en el aprendizaje” similares a las tratadas por SCRUM.

En [1] se menciona que se orienta al aprendizaje de los estudiantes y al desarrollo de las competencias profesionalizantes. En [9] se argumenta el uso de SCRUM en contextos universitarios como “herramienta para el desarrollo de las competencias básicas para cada carrera”, y se brinda una experiencia con estudiantes. En [10] se presenta una revisión del uso de esta metodología en el aula En [11] se describe una experiencia innovadora frente a otras aplicadas en la enseñanza de la programación, atendiendo al aprendizaje

percibido de los estudiantes.

1.3 Contexto educativo

En la educación superior se promueven las innovaciones con miras a lograr aprendizajes significativos. Se fomenta la introducción de metodologías activas con miras a lograr la apropiación de conocimientos. En particular, en la asignatura Modelos y Simulación se abordan los contenidos con miras a la resolución de abstracciones de problemas del mundo real. Una caracterización de la asignatura se describe en [12, 13, 14]. En [12] se menciona que un objetivo es la formación de recursos humanos, así la incorporación de estudiantes avanzados para contribuir en la elaboración de material didáctico aporta al desarrollo de ciertas competencias que podrían contribuir a futuros desarrollos profesionales.

2 Método

La propuesta metodológica se basó en SCRUM según lo descrito en [1], y como se ilustra en la Figura 1. Los resultados derivados de la Fase 1 contribuyeron a la elaboración y ejecución de la propuesta, los relacionados a la Fase 2 se describen en la sección 3.1, mientras los asociados a la Fase 3 en la sección 3.2.

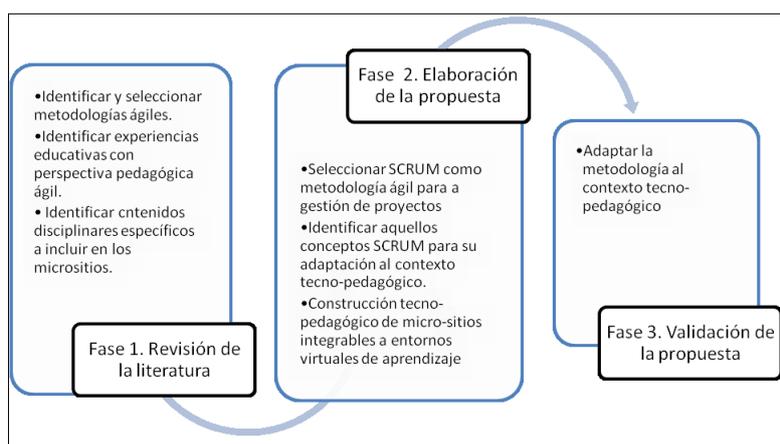


Figura 1. Fases de la metodología propuesta. Fuente: Basado en [1]

3. Resultados

Los resultados se presentan a partir de la adecuación de la propuesta metodológica y los artefactos construidos como micro-sitios que promueven aprendizajes significativos.

3.1 Adecuación del marco de trabajo

A continuación se mencionan las prácticas, roles y artefactos SCRUM adecuados al marco ágil de trabajo propuesto (Figura 2) basado en [1].

- La gestión de los requerimientos de cada proyecto, consiste en una lista de tareas que implica la elaboración de un producto tecnológico (ProductBacklog). Se definió el contenido disciplinar presentado por el micro-sitio.
- Product Backlog. Representada por los requisitos establecidos en la planificación. Definición de alcance de cada micro-sitio, destinatarios docentes y estudiantes, recursos tecno-pedagógicos a incluir para apoyar los procesos de aprendizaje.
- Gestionar el riesgo en forma continua, a través de las reuniones con los integrantes del ScrumTeam o equipo. Se planificaron las actividades para lograr los requerimientos tecno-pedagógicos. Así, conceptos como la priorización, estimación y definición del alcance de cada versión diseñada en conjunto y construida por los estudiantes se trata a través de la pila de productos.
- Planning Meeting: Reunión de planificación del Sprint a partir del ProductBacklog. Se fomentó un diálogo permanente orientado a lograr la participación y compromiso para lograr artefactos de calidad. Se involucraron el ProductOwner quien prioriza las tareas a

incluir en el Sprint Backlog, el SCRUM Master y el ScrumTeam.

- Sprint Backlog. Contiene tareas seleccionadas del ProductBacklog, modificado en distintas instancias del proyecto.
- Gestión del Sprint Backlog. Al inicio de cada iteración se seleccionaron los requerimientos (o actividades de la planificación).
- Sprint. La fase del desarrollo, derivó en una versión del proyecto construido en base a las previamente establecidas y validadas de acuerdo a los requerimientos incluidos en el Sprint Backlog. Se estimó una duración de 3 semanas para disponer de un proyecto aceptable al finalizar las iteraciones.
- Las reuniones. se realizaron continua y permanentemente con la finalidad de concretar los micro-sitios.
- Sprint Review. Los avances derivados de cada Sprint se evaluaron considerando los requerimientos. Participaron el ProductOwner, SCRUM Master y el ScrumTeam.
- Gráficos de Burn-down: instrumentos que facilitaron la gestión visual relacionada con el progreso de las tareas y del Sprint.

Siguiendo lo expuesto en [1], en la Tabla 1 se muestran los objetivos correlacionados y su relación con la categoría de análisis que favorecen la agilidad educativa centrada en los aprendizajes significativos de los estudiantes a través de la estrategia de aula invertida (Figura 3) sea en sesiones presenciales o en instancias virtuales sincrónicas. Este modelo tecnopedagógico brinda a los estudiantes determinado contenidos utilizando las TIC previamente a las sesiones con el equipo docente [15a].

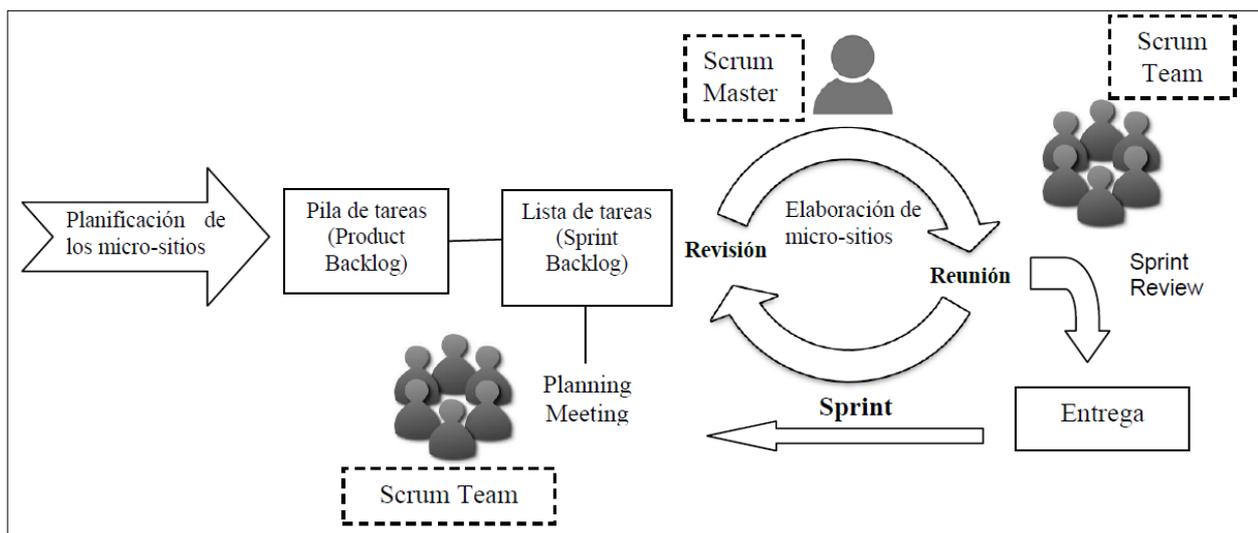


Figura 2. Marco ágil de trabajo propuesto

Tabla 1. Objetivos Correlacionados

Objetivos	Categorías
Metodología SCRUM	Adquisición de saberes para la utilización e implementación de un framework ágil como SCRUM y adaptado a la educación superior
Gestión de Proyectos	Adquisición de las habilidades necesarias para gestionar eficazmente un proyecto educativo mediado por metodologías ágiles.
Estrategias educativas activas	La clase invertida para mediar aprendizajes significativos en estudios superiores

3.2 Validación

A los efectos de validar el marco de trabajo ágil basado en SCRUM expuesto en la sección anterior, se desarrollaron dos micrositos orientados a lograr aprendizajes significativos en relación a ciertos temas de una asignatura. Las actividades llevadas a cabo permitieron capacitar en competencias intrínsecas al perfil requerido como profesional [16, 17], como ser el pensamiento crítico, autonomía en el aprendizaje y el trabajo en equipo. En la Tabla 2, se visualizan las actividades realizadas vinculadas a los estudiantes contemplando aspectos de agilidad como se menciona en [18].

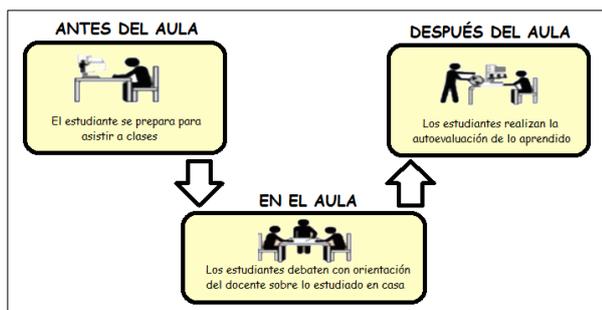


Figura 3. Estrategia centrada en los estudiantes

Tabla 2. Actividades para cumplimentar.
Basado en [1].

Categorías	Actividades
Apropiación de aprendizajes para el uso de una metodología ágil	Entregas continuas previas a lo largo del proceso de diseño y desarrollo de los micrositos.
Reconocimiento de los roles de los integrantes del equipo	Funciones desempeñadas para el logro de los objetivos de aprendizajes significativos, apartir de los roles asignados a cada integrante del equipo.
Comunicación eficaz para la interacción de los miembros del equipo	Implicó estrategias efectivas de comunicación entre integrantes del equipo. Se realizaron actividades presenciales, sincrónicas y asincrónicas, particularmente las sincrónicas en tiempos de Pandemia COVID-19

3.3. Micrositios desarrollados

El modelado y la simulación de sistemas es una técnica que se utiliza en la abstracción de problemas del mundo real con la finalidad de identificar y proponer alternativas de resolución. Se diseñaron dos micro-sitios, uno destinado al aprendizaje de Dinámica de Sistemas y otro para apoyar aprendizaje de Simuladores de Modelos de Colas. El primero accesible desde la plataforma Moodle y el segundo desde la plataforma Classroom.

Estos micro-sitios están destinados a facilitar el estudio de modelos a través de sus simuladores. Permiten construir representaciones gráficas y analizar visualmente el comportamiento del sistema,

modificando los parámetros y facilitando la experimentación de los estudiantes.

3.3.1 Micrositio para apoyar aprendizajes de Teoría de Colas

A modo de ejemplificar las opciones se muestran algunas de las interfaces para la aplicación de este Modelo de Aprendizaje.

La Teoría de Colas es el estudio de modelos de espera en sus diferentes formas, representan los sistemas de líneas de espera que surgen en la práctica [19]. Permiten modelar y estudiar el desempeño del sistema correspondiente y determinar distintas métricas ante distintas circunstancias. Estos modelos ofrecen un ambiente de control en el que un sistema puede ser investigado con mayor detalle, donde se analizan diferentes conjuntos de parámetros y escenarios con un menor esfuerzo [20].

En la Figura 4 se presentan interfaces relacionadas al micrositio desarrollado, como ser la descripción y descarga de materiales a ser utilizados en una estrategia de clase invertida.

3.3.2. Micrositio de Dinámica de Sistemas

La metodología de la Dinámica de Sistemas difiere de otras técnicas de modelado. En un modelo sistémico la estructura del mismo no está predeterminada por un tipo de modelo matemático previo, sino que la establece un analista dialogando con un experto. Es decir, el modelo cuenta con un componente heurístico que hace que el modelo se base en el modelo mental del experto sobre el problema. El modelo resultante, aunque al final se traduce en un conjunto de ecuaciones matemáticas, tiene su origen en un punto de vista, con toda la carga de subjetividad que ello implica [21]. En la Figura 5 se visualizan las interfaces que ilustran las funcionalidades del micrositio propuesto.

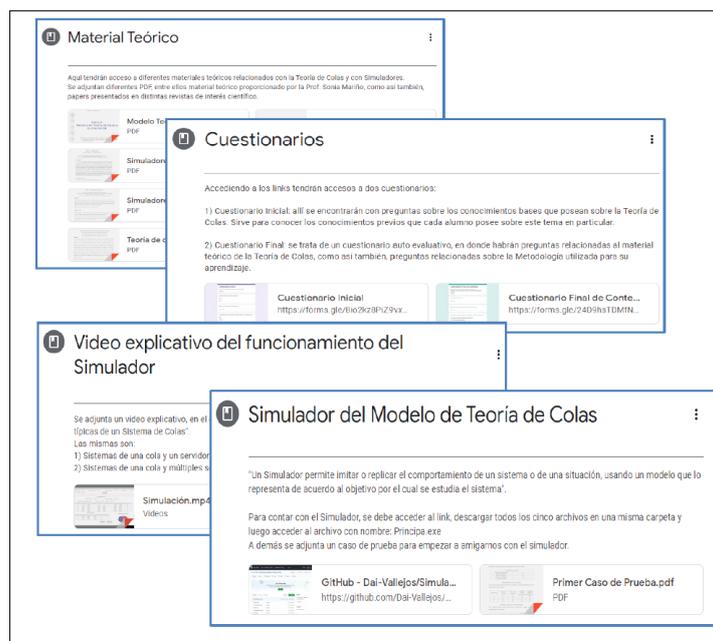


Figura 4. Interfaces de las funcionalidades del micrositio para apoyar aprendizajes de Teoría de Colas

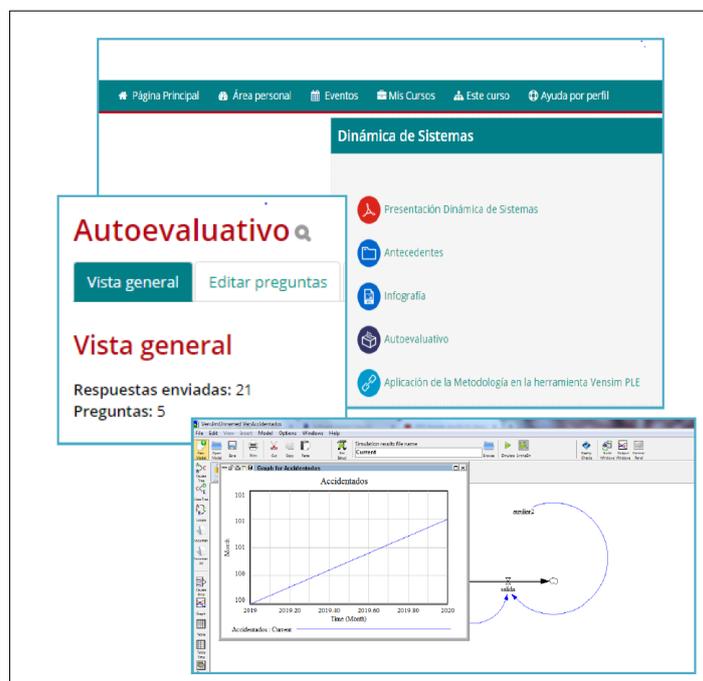


Figura 5. Interfaces de las funcionalidades del micrositio Dinámica de Sistemas

4. Conclusiones

La literatura evidencia diversas experiencias que introducen las metodologías de gestión de proyectos en diversos dominios del conocimiento. En particular en este artículo se recuperaron y sintetizaron algunas

enmarcadas en contextos de Educación Superior y centradas en conceptos de agilidad aplicadas en la asignatura Modelos y Simulación. Finalmente, entre las contribuciones derivadas de esta experiencia, se menciona la formación de recursos humanos desde el grado en competencias del

trabajo en equipo y, gestión de proyectos, habilidades que podrán estos profesionales del sector TI aplicarlas en emprendimientos tecnológicos o en contextos organizacionales públicos o privados. Es así como desde la academia se contribuye en la formación de recursos humanos quienes como profesionales deben afrontar el desafío de las exigencias de un mercado laboral en donde los requerimientos cambian constantemente.

Bibliografía

- [1] S. I. Mariño, P. L. Alfonzo & G. A. Arduino, Propuesta ágil para gestionar proyectos educativos informáticos en Educación Superior, *European Scientific Journal ESJ*, 16(34):129-143, 2020. <https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n34p129>
- [2] Usman, M., Soomro, T. R., & Brohi, M. N. (2014). Embedding project management into XP, SCRUM and RUP. *European Scientific Journal, ESJ*, 10(15). <https://doi.org/10.19044/esj.2014.v10n15p%p>
- [3] N. Legowo & A. Aditama, SCRUM methodology and IBM design thinking combined: an efficient way for develop a system (Case Study), *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 28 (21), 2020.
- [4] J. A. Yepes, C. Calvache & O. S. Gómez, Estado del arte de la utilización de metodologías ágiles y otros modelos en pymes de software, 2016. En La Habana, Cuba Proyecto: AgileFM - Modelo de desarrollo ágil formal basado en la ISOIEC 29110 para las micro, pequeñas y medianas empresas.
- [5] G. Y. Koi-Akrofi1, J. Koi-Akrofi & H. Akwetey Matey. Understanding the characteristics, benefits and challenges of agile it project management: a literature based perspective, *International Journal of Software Engineering & Applications (IJSEA)*, 10(5), 2019. DOI: 10.5121/ijsea.2019.10502 25
- [6] K. Schwaber. Agile project management with Scrum. Microsoft Press, 2004.
- [7] H. Musser, Embracing the Agile Mindset & Agile's Core Principles—The Agile Alliance. 2017. [online]. Recuperado de: <https://www.agilealliance.org/embracing-the-agile-mindset-agiles-core-principles/>
- [8] F. Rosario Sánchez-Pérez & J. Minerva-Camacho, Gestión Pedagógica: Caso de una Universidad Pública, *European Scientific Journal*, 16(25), 15 – 29, 2020. Doi: 10.19044/esj.2020.v16n25p15
- [9] J. L. Onieva-López, Scrum como estrategia para el aprendizaje colaborativo a través de proyectos. Propuesta didáctica para su implementación en el aula universitaria Profesorado, *Revista de curriculum y formación del profesorado*, 22(2), 509-527, 2018. DOI: 10.30827/profesorado.v22i2.7735
- [10] N. Paez, A. Oliveros, D. Fontdevila & A. Zangara. Introducing Agile Methods in Undergraduate Curricula, a Systematic Mapping Study. *XXV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*. Argentina, 2019.
- [11] N. Tymkiw, J. M. Bournissen, & M. C. Tumino, SCRUM como herramienta metodológica para el aprendizaje de la programación, *Revista Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 26, 81-89. 2020.
- [12] S. I. Mariño & M. V. López, Experiencias en docencia e investigación en la asignatura modelos y simulación de la FACENA-UNNE”, XIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, pp. 798-801, 2011
- [13] S. I. Mariño, Cognición empírica en un curso de modelos y simulación Un caso en una carrera de la disciplina informática, *Revista de la escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa*, 28(47). 2021, Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/view/28808>,

- [14] S. I. Mariño & P. L. Alfonzo, Aprendizaje activo en educación superior Un caso en la asignatura modelos y simulación *Quaderns digitals: Revista de Nuevas Tecnologías y Sociedad*, ISSN-e 1575-9393, N° 91, 2020
- [15] C. Hernández-Silva & S. Tecpan Flores Aula invertida mediada por el uso de plataformas virtuales: un estudio de caso en la formación de profesores de física. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 43(3), 193-204. 2017, <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052017000300011>
- [16] CONFEDI. Competencias y perfil del ingeniero iberoamericano, formación de profesores y desarrollo tecnológico e innovación, (Documentos plan estratégico ASIBEI), Bogotá: ASIBEI, 1ra ed. 2016.
- [17] S. I. Mariño, P. Insaurralde & R. Y. Alderete, Apropiación al enfoque por competencias genéricas en la asignatura Proyecto Final de Carrera. *XIV Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*. Argentina. 2019
- [18] S. I. Mariño & P. L. Alfonzo, Implementación de SCRUM en el diseño del proyecto del Trabajo Final de Aplicación. *Scientia Et Technica*, 19 (4), 413-418. 2014.
- [19] D. Gross & C. Harris, *Fundamentals of queueing theory*, 3er ed., New York: Chichester: John Wiley, 1998.
- [20] E. O. Sosa & J. Senn, Simuladores de sistemas modernos de comunicación, *XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*. Posadas. Argentina, 2012.
- [21] Dinámica de Sistemas. [online] Recuperado de: <http://www.dinamica-de-sistemas.com/>

Diseño de una APP Web para la formación y el entrenamiento de docentes en TIC: el caso de las carreras BIBES y LICAD, UNMdP

Fernández, Gladys Vanesa¹ González, Alejandro Héctor² Liberatore, Gustavo³

¹ gvfernan@mdp.edu.ar. Departamento de Ciencia de la Información. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional de Mar del Plata

² agonzalez@lidi.info.unlp.edu.ar Instituto de Investigación en Informática III-LIDI. Facultad de Informática- Universidad Nacional de la Plata

³ gliberat@mdp.edu.ar. Departamento de Ciencia de la Información. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional de Mar del Plata

Resumen

Se presenta el desarrollo de una aplicación Web para la formación y el entrenamiento en tecnologías de educación a distancia, destinada a los docentes de las carreras Bibliotecario Escolar (BIBES) y Licenciatura en Bibliotecología y Documentación (LICAD) del Departamento de Ciencia de la Información, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP).

La aplicación Web es el fruto de un estudio previo en el que se establece el estado de las competencias digitales y tecnológicas de los equipos docentes de las carreras a distancia BIBES y LICAD.

Este trabajo es parte de la tesis denominada: “*Diseño de una aplicación para la formación y entrenamiento de docentes en el uso de herramientas para entornos virtuales (EVEA): el caso de las carreras a distancia del Departamento de Ciencia de la Información de la Universidad Nacional de Mar del Plata*”. Maestría en Tecnología Informática Aplicada en Educación (Facultad de Informática, UNLP)

Palabras clave: Competencias tecnológicas – Competencias digitales – Educación Superior

Introducción

La creciente evolución de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) exige de la adquisición de habilidades constantes para su aplicación en el proceso enseñanza y aprendizaje en todos los niveles educativos. El nivel superior no está exento de la formación en TIC y de la adquisición de competencias a través de medios y soportes tecnológicos con diferentes lenguajes, en forma presencial y virtual. (Martín, M. y otros. 2010)

La competencia digital, entendida no sólo como las habilidades, conocimientos y actitudes hacia las TIC, sino también por su aplicación efectiva y crítica frente a un propósito determinado, configura una de las principales competencias clave del siglo XXI. Sin embargo, los instrumentos existentes para su desarrollo y evaluación no siempre cubren todas las áreas o dimensiones de estas competencias, por lo cual resulta esencial explorar nuevos entornos y estrategias que den respuesta a esta demanda. (Esteve y Gisbert, 2013)

En el caso particular de las carreras, Bibliotecario Escolar y Licenciatura en Bibliotecología y Documentación la intervención pedagógica de los docentes ha

consistido en transmitir a los alumnos las claves de lectura de los materiales didácticos y de la bibliografía obligatoria, según la secuencia de un Plan de Trabajo Docente (PTD), presentado al iniciar la asignatura. Los procesos de enseñanza/aprendizaje en las carreras a distancia han sido desarrollados por la mayoría de los docentes de manera tradicional en términos de la no utilización de aplicaciones informáticas que potencien las capacidades de intermediación tecnológica en la apropiación y discusión de los contenidos ofrecidos. Es por ello, que la intervención tecnológica de los docentes de estas carreras se ha limitado a la utilización de las herramientas básicas del EVEA (entorno virtual de enseñanza y aprendizaje) y en muy pocos casos a la innovación en el uso de recursos provenientes del propio software o de fuentes externas. Esta realidad responde, en gran medida, a la falta de capacitación en la incorporación de procesos de innovación en la educación mediada por tecnologías. El EVEA, en este sentido, se ha comportado como un “contenedor” administrado por prácticas docentes tradicionales cuando debería ser un espacio donde aplicar estrategias didácticas adaptadas a un entorno tecnológico.

Objetivos

- Analizar y diagnosticar las competencias tecnológicas y digitales de los docentes de las carreras: Bibliotecario Escolar y Licenciatura en Bibliotecología y Documentación a distancia.
- En base a dicho análisis:
- Crear una aplicación web para el entrenamiento y formación de los docentes de las carreras: Bibliotecario Escolar y Licenciatura en Bibliotecología y Documentación a distancia con la finalidad de que se realice un aprovechamiento de los recursos provistos por el EVEA

Moodle y las herramientas externas al software.

Las carreras a distancia del Departamento de Ciencia de la Información

La EAD (educación a distancia) ha sido una de las opciones de formación universitaria de grado muy tempranamente adoptada por el Departamento de Documentación de la UNMdP. Tanto es así, que la Carrera de Bibliotecario Escolar a distancia iniciada en 1994 se constituyó en la primera carrera de pregrado a distancia de la UNMdP. Las carreras que dicta actualmente el Departamento bajo esta modalidad son la de Bibliotecario Escolar y la Licenciatura en Bibliotecología y Documentación para Bibliotecarios Titulados en el nivel universitario y terciario no universitario creada en 1997.

Las causas por las que el Departamento de Documentación y su cuerpo docente se constituyeron en pioneros dentro de esta modalidad son fundamentalmente dos: por un lado, la inexistencia en el nivel nacional de formación universitaria en el área de las bibliotecas escolares –tanto presencial cuanto a distancia- con la consecuente área de vacancia a cubrir y la ausencia de programas de formación universitarios diseñados para captar la formación terciaria no-universitaria (con un mecanismo de homologación que permita la continuidad en la formación profesional como es el caso de la LICAD); por otro, la adopción sin prejuicios de esta modalidad, que algunos años atrás despertaba cierto recelo en aquellas áreas de formación académica más tradicionales, lo que permitió, con el apoyo de un equipo de pedagogos, diseñar currículos e instrumentos didácticos de

probada eficacia en la formación de profesionales. (Liberatore et al, 2012)

Paralelamente a la experiencia acumulada por el Departamento y su cuerpo docente en EAD se fueron desarrollando una serie de instrumentos administrativos y de gestión que dieron lugar a la conformación de un conocimiento que permitió llevar adelante este proyecto. Una de las claves de este éxito se debe a la adopción temprana de las TIC como soporte e intermediación de todas las actividades de la EAD con el valor añadido de que todas las aplicaciones fueron diseñadas e instrumentadas por recursos humanos surgidos del Departamento. No obstante, el sistema de EAD del Departamento atravesó varios estadios hasta llegar a la utilización plena del entorno digital.

Era papel

En un primer momento, en el que solamente se dictaba la carrera de Bibliotecario Escolar las asignaturas estaban organizadas en módulos impresos que se enviaban a los alumnos mediante correo postal. Estos módulos, confeccionados por los docentes de cada cátedra y un equipo pedagógico, estaban divididos en dos partes: las clases teóricas propiamente dichas y las actividades prácticas. La resolución de estas actividades y trabajos prácticos era reenviada por los alumnos de la misma manera: correo postal o mediante los CREAPs. En cuanto a la interacción docente-alumno las tutorías y las posibles consultas se realizaban por vía telefónica o fax.

Era digital: aplicaciones de escritorio

En este segundo momento se incorpora la carrera LICAD y, sumado al éxito de BIBES, se incrementa notablemente el número de alumnos. Comienza un proceso de nacionalización de estas carreras lo que hace

necesaria la reformulación del soporte y los canales de comunicación en el proceso formativo. Es por ello que se decide la adquisición del software Neobook que permitía la creación de aplicaciones para los módulos de contenidos en formato electrónico. Estos módulos podrían ser ejecutados de forma independiente por el estudiante en su equipo a través del CD-Rom que le era enviado por correo postal. En esta época el proceso interactivo docente-alumno comenzaba a darse paulatinamente mediante el correo electrónico.

Era digital: Web 1.0

Con el advenimiento de la World Wide Web (WWW) se produjo un avance significativo que cambiaría el modo de interacción con los módulos de estudio: de las aplicaciones de escritorio se migró a una estructura hipertextual en lenguaje HTML y accesibles a través del navegador. Se crea la primera plataforma de EAD accesible desde la web. El alumno podía optar, no obstante, por la distribución de estos módulos en CD-Rom para los casos en los que no se contaba con acceso a internet. La comunicación docente-alumno se realizaba únicamente por correo electrónico.

Era digital: Web 2.0

En este cuarto momento se decide adoptar el software libre Moodle para la creación de una plataforma educativa con el objetivo de impartir las carreras de forma totalmente virtual. El software Moodle se mantiene como EVEA hasta la actualidad.

Es necesario explicar que muchos de los procesos que requiere la puesta en marcha de las carreras a distancia aún no han sido adaptados por la Universidad. En la actualidad y a lo largo de toda la historia, el área de educación a distancia de BIBES y LICAD, ha

tenido que poner mucho foco en la resolución de tareas administrativas (ingreso, certificaciones, inscripciones, pagos etc.) para alrededor de mil estudiantes activos por cuatrimestre, en un sistema que, actualmente, continúa sirviendo únicamente para la presencialidad. Esta característica ha llevado a que, los componentes del área, deban destinar su tiempo a la resolución de estas problemáticas, postergando como, por ejemplo, la formación exhaustiva de los docentes en TIC.

Metodología para el desarrollo de la aplicación Web

El trabajo realizado fue de tipo experimental cualitativo/cuantitativo, y constó de varias etapas.

La metodología utilizada para el desarrollo de la aplicación Web, se basó en el estudio de las competencias digitales y tecnológicas realizado previamente. Dicho estudio se instrumentó a través de una encuesta en donde fueron identificadas las competencias actuales de los docentes que integran los equipos de las asignaturas. La realización de la encuesta se basó en la rúbrica de Lázaro-Cantabrana et al, 2018.

Realizada la encuesta, y con los resultados obtenidos, se procedió a analizar el estado actual de las competencias de los docentes.

Como siguiente etapa se recopilan recursos y actividades dentro y fuera del EVEA Moodle para la formación de los docentes, respondiendo a una estructura que pueda clasificarlas de acuerdo a diferentes facetas relacionadas con criterios de aplicación: abstracción, utilización, comunicación, etc. El producto final de este proyecto fue la generación de una aplicación Web para la formación y simulación de tecnologías para educación a distancia.

Para la planificación del desarrollo de la aplicación Web se definieron los requerimientos funcionales y no funcionales necesarios y la instancia de testeo y evaluación.

Establecimiento de requerimientos funcionales de la aplicación Web

Los requerimientos funcionales de la aplicación son la declaración de los servicios que prestará el sistema y la forma en la que responderá a determinados insumos:

- Clasificación de herramientas y recursos tecnológicos para docentes.
- Búsqueda y recuperación de herramientas y recursos para docentes.
- Instancias de formación para los docentes en cada herramienta o recurso incluido en la aplicación.
- Simulación de las herramientas incluidas en las que se ha adquirido formación a fin de evaluar los conocimientos obtenidos.
- Aplicación independiente del sistema operativo, su utilización será a través de cualquier navegador Web (Aplicación Web).

Establecimiento de requerimientos no funcionales de la aplicación Web

Los requerimientos no funcionales de la aplicación constan de las propiedades del sistema que hacen posible que los requerimientos funcionales puedan llevarse a cabo:

- Usabilidad: la aplicación presentará una interfaz simple para su uso.
- Rendimiento: la aplicación tendrá en cuenta nivel de respuesta, velocidad, escalabilidad y estabilidad, cantidad de recursos consumidos.

- Seguridad y operabilidad: la aplicación no requiere de sesiones, su uso será abierto. Como política de seguridad se aplicará un certificado SSL al dominio.

Instancias de desarrollo de la aplicación Web.

Para el desarrollo de la aplicación se estableció un proceso dividido en las siguientes etapas:

- Definición de la arquitectura de la aplicación.
- Selección de la plataforma de desarrollo.
- Diseño funcional de la aplicación.
- Diseño de interfaz gráfica de usuario.
- Desarrollo de la simulación.
- Selección de la licencia para la aplicación Web.
- Testeo rápido de la aplicación Web.
- Diseño de la metodología de evaluación de la aplicación Web.

Evaluación de la aplicación Web.

Para el desarrollo de todas las instancias de evaluación se tomaron indicadores y métricas provenientes de la norma ISO/IEC 25000 SQuaRE (System and Software Quality Requirements and Evaluation) del año 2005, utilizando específicamente el apartado de “Evaluación de Calidad de software para la valoración interna y externa de la Aplicación Web”.

Etapas de la evaluación de la aplicación Web

La evaluación fue planificada en dos etapas:

1) Testeo previo de la aplicación Web: se trata de un testeo breve realizado en la versión de demostración de la aplicación Web a una muestra del universo.

2) Evaluación posterior a su uso: se trata del diseño de una metodología de evaluación de la aplicación Web para su aplicación posterior a su disponibilidad, difusión y uso.

Testeo previo de la aplicación Web

En la primera etapa se desarrolló un testeo previo de la aplicación Web realizado sobre una muestra del universo total de docentes destinatarios de la aplicación. La muestra estuvo comprendida por un total de 7 (siete) docentes. El testeo fue realizado antes de la disponibilidad de la aplicación e incluyó los siguientes aspectos:

- Funcionalidad: Cumplimiento de la aplicación con los objetivos planteados.
- Fiabilidad: detección de errores y enlaces rotos.
- Eficiencia: tiempo de respuesta
- UX:
 - Diseño acorde a la imagen institucional de la aplicación Web.
 - Textos descriptivos y representativos.
 - Adaptabilidad a dispositivos.

Evaluación posterior al uso de la aplicación Web.

La segunda etapa de evaluación está pautada para realizarse de manera posterior a la disponibilidad y difusión de la aplicación. Se plantea que esta evaluación deberá realizarse 6 (seis) meses después de la disponibilidad, difusión y uso de la aplicación Web. Para este punto se diseñó una metodología que consta de dos fases:

1. La primera fase está enfocada en la evaluación interna de la aplicación teniendo en cuenta los requerimientos funcionales de la misma.
2. En la segunda fase se realizará la evaluación externa, en donde los usuarios

que estarán directamente relacionados con el desarrollo, deberán interactuar con la aplicación para ofrecer una valoración significativa con cambios y mejoras. (Estayno, 2009).

Evaluación interna de la aplicación Web

Para la confección de la evaluación interna se tuvieron en cuenta los siguientes indicadores presentes en la norma:

- **Funcionalidad:** La capacidad del producto software para proveer las funciones que satisfacen las necesidades explícitas e implícitas cuando el software se utiliza bajo condiciones específicas.
- **Fiabilidad:** La capacidad del producto software para mantener un nivel especificado de funcionamiento cuando se está utilizando bajo condiciones específicas.
- **Eficiencia:** La capacidad del producto software para proveer un desempeño apropiado, de acuerdo a la cantidad de recursos utilizados y bajo las condiciones planteadas.
- **Facilidad de mantenimiento:** Capacidad del producto software para ser modificado. Las modificaciones pueden incluir correcciones, mejoras o adaptación del software a cambios en el entorno. requerimientos y especificaciones funcionales.
- **Portabilidad:** La capacidad del software para ser trasladado de un entorno a otro.

Evaluación externa y calidad de uso de la aplicación Web

La calidad en uso es la propiedad del software que el usuario final refleja al lograr realizar los procesos con satisfacción, eficiencia y exactitud. La calidad en uso debe asegurar la

prueba o revisión de todas las opciones que el usuario posee dentro de la aplicación. Para la evaluación externa se tomaron en cuenta los siguientes indicadores de calidad en uso:

- **Eficacia:** La capacidad del software para permitir a los usuarios finales realizar los procesos con exactitud e integridad.
- **Productividad:** La forma como el software permite a los usuarios emplear cantidades apropiadas de recursos, en relación a la eficacia lograda en un contexto específico de uso.
- **Seguridad:** Se refiere al que el Software no tenga niveles de riesgo para infringir daño a las personas, instituciones, software, propiedad intelectual o entorno.
- **Satisfacción:** La satisfacción es la respuesta del usuario a la interacción con el software, e incluye las actitudes hacia el uso del mismo.
- **Usabilidad/experiencia UX:** La usabilidad es la capacidad del software de ser entendido, aprendido, y usado en forma fácil y dinámica. En esta instancia y, por fuera de lo que indica la norma, se ha decidido agregar el indicador de experiencia UX referente a aquello que un usuario percibe al interactuar con un producto o servicio.

Desarrollo de la simulación

Para la elaboración del simulador se incluyeron los siguientes aspectos:

Formación:

- **Elementos instruccionales:** material multimedia (videos) para la formación en recursos y herramientas de educación a distancia mediadas por tecnología.
- **Características del contexto:** la instancia formación tiene en cuenta que el contexto puede variar. Un ejemplo de esto puede ser que un recurso o herramienta puede tener

diferentes funcionalidades en distintos entornos: aplicaciones de escritorio, Mobile, etc.

Simulación:

- Mecanismos de aprendizaje significativo: el diseño del simulador reconoce la existencia de conocimientos previos por parte del docente/usuario. Es decir, el docente que utiliza la aplicación Web posee un conocimiento básico en el uso de aplicaciones. En la conjugación de los conocimientos previos y el conocimiento adquirido en las instancias de formación y simulación se producirá una vinculación interactiva, se generará el aprendizaje y se construirán nuevos modelos mentales.
- Problemáticas de la realidad: el simulador refleja de la manera más fidedigna posible a la herramienta o recurso a simular.
- Verificación: a través de las problemáticas de la realidad el simulador ofrece respuestas correctas o incorrectas ante una pregunta formulada.
- Pistas cognitivas: el simulador utiliza estrategias de ayuda mediante indicios.

Estudiante:

Se tiene en cuenta que el usuario destinatario del simulador tiene conocimientos y modelos mentales previos. Se espera que con la utilización del simulador se generen nuevos modelos mentales.

Aplicación Web para la formación de docentes en TIC

La página de inicio de aplicación Web se encuentra compuesta por:

- Un buscador (Figura 1) que recupera información a texto completo de cada una de las fichas descriptivas de las herramientas o los recursos con la función de autocompletar



Figura 1 – Buscador. Pantalla de inicio de la aplicación

- Categorías (Figura 2) para las herramientas y los recursos disponibles:
 - Videoconferencia
 - Ofimática colaborativa
 - Lecciones
 - Infografías
 - Mapas conceptuales
 - Cuestionarios
 - Encuestas
 - Herramientas multipropósito



Figura 2 – Categorías. Pantalla de inicio de la aplicación

El desarrollo de estas categorías, responde al uso de tecnologías pertenecientes a estas clases por parte de los docentes de las carreras de educación a distancia.

A su vez, se incluyeron dos categorías transversales a las anteriormente mencionadas y referentes al entorno de la herramienta o recurso:

- Software de escritorio
- Software Web

Una vez seleccionado el resultado recuperado a través de estas dos vías: búsqueda o navegación, se arriba a la denominada ficha de la herramienta (Figura 3) la cual contiene:

- Fuente: organización oficial encargada del desarrollo de la herramienta o recurso.
- Licencia: tipo de licencia de la herramienta o recurso freeware, software libre, etc.
- Ubicación: Web de la herramienta o recurso.
- Idioma: idiomas disponibles de la herramienta o recurso.
- Nivel de formación: nivel de alfabetización del video de formación. Las opciones incluidas son:
 - Básico
 - Avanzado
- Dispositivo de la formación: Las herramientas o recursos ofrecen versiones para computadoras personales y dispositivos móviles. La formación podrá incluir a uno de ellos o ambos. Las opciones expresadas en la aplicación son:
 - Mobile
 - Desktop
 - Mobile y Desktop
- Escenario de aplicación sugerido: posibles ambientes o problemáticas de enseñanza y aprendizaje en donde se podría aplicar la herramienta o el recurso como clases, trabajo colaborativo, etc.

En la parte inferior de la pantalla es posible acceder a dos botones:

- Formación: adquisición de contenidos explicativos sobre el uso de la herramienta o recurso a través de material multimedia (videos).
- Simular herramienta: Simulación de las principales funcionalidades de la herramienta o el recurso para poner a prueba los conocimientos adquiridos en la instancia de formación.



Figura 3 – Ficha de la herramienta

Formación

La instancia de formación ofrece al docente la posibilidad de adquirir conocimientos a través de la reproducción de uno o más videos sobre recursos o herramientas con fines educativos mediados por tecnologías. Los videos muestran con ejemplos funcionalidades de cada una de las herramientas y preparan al docente para el acceso al simulador.

Simulación

Luego de realizada la instancia de formación, la aplicación ofrece la posibilidad de simular la herramienta o el recurso (Figura 4). A continuación, se describe el funcionamiento del simulador:

1. La simulación ofrece una interfaz gráfica estática similar al recurso o herramienta.
2. A través de uno o más interrogantes, ordenados de manera secuencial, el docente debe indicar la respuesta correcta.
3. El simulador muestra hasta tres opciones posibles marcadas en color rojo (pistas cognitivas). Cuando el docente no selecciona la respuesta correcta, el simulador sugiere un nuevo intento.
4. El docente puede decidir entre seguir avanzando o intentar en la misma pantalla hasta dar con la respuesta correcta.
5. La respuesta correcta ofrece, en algunas oportunidades, consejos sobre la funcionalidad.



Figura 4 – Simulador

La aplicación Web se encuentra alojada en <http://c1970838.ferozo.com/> desde allí es posible acceder a formación y simulación en recursos y herramientas.

Conclusiones

Con estos resultados de la encuesta se pudieron detectar los puntos específicos con carencias de los docentes de BIBES y LICAD y arribar a la conclusión de que el profesorado de las carreras a distancia deberá:

- Aprovechar el uso de herramientas colaborativas en el proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Contemplar la inclusión digital bajo el diseño universal de materiales educativos.
- Incorporar herramientas para la dinamización de las tutorías en cada asignatura.
- Complementar el uso del EVEA con otros ambientes digitales: aplicaciones semánticas, herramientas de gamificación, realidad aumentada, etc.

La aplicación Web tiene por objetivo simplificar y dinamizar la incorporación de contenidos referentes a competencias mediadas por tecnologías. La integración de la simulación en la aplicación permitirá obtener una percepción de la complejidad de un recurso o herramienta antes de ser aplicado e implementado. Esta herramienta tiene el potencial de convertirse en un complemento

para la incorporación de programas y políticas de formación en TIC para el profesorado universitario. Su estructura dinámica y escalable admite la integración diferentes categorías, herramientas o recursos y permite su posible uso en otras unidades académicas de la Universidad. Por otra parte, gracias a que la aplicación fue creada bajo la estructura de un gestor de contenidos permitirá a futuro la generación de instancias formativas de manera colaborativa propiciando que diversos usuarios formadores generen material multimedia y escenarios de simulación.

Como recomendación a los posibles programas y políticas en TIC para el profesorado universitario se considera que deberán contemplar:

- La importancia de la transversalidad de las competencias digitales y tecnológicas.
- La incorporación de competencias tecnológicas y digitales no solo para el proceso de enseñanza y aprendizaje sino también para las tareas de gestión e investigación propias del perfil docente universitario.
- Un sostenimiento de las políticas de formación a lo largo del tiempo teniendo en cuenta la dinámica y la evolución de las TIC.

Trabajo a futuro

Como línea de trabajo a futuro se plantea la realización de un nuevo análisis del estado de las competencias tecnológicas y digitales luego de la implementación de la aplicación Web como política de formación de los docentes de las carreras BIBES y LICAD con el objetivo de analizar el grado de evolución en el manejo y la implementación de TIC en el perfil docente universitario.

Con respecto a la aplicación Web el trabajo a futuro deberá contemplar:

- La posibilidad de la carga colaborativa de herramientas y recursos por parte de otros formadores.
 - La utilización de la aplicación Web en otras dependencias y unidades académicas.
- La realización del testeo previo a una muestra de los docentes destinatarios arrojó que la aplicación contiene puntos fuertes con respecto a los indicadores de fiabilidad, funcionalidad, eficiencia, facilidad de mantenimiento y portabilidad queda por delante la evaluación posterior a su disponibilidad, difusión y uso
- La realización del testeo previo a una muestra de los docentes destinatarios arrojó que la aplicación contiene puntos fuertes con respecto a los indicadores de fiabilidad, funcionalidad, eficiencia, facilidad de mantenimiento y portabilidad queda por delante también, la evaluación posterior a su disponibilidad, difusión y utilización que abarcará un análisis interno, externo y de calidad de uso de la aplicación Web.

Bibliografía

- [1] Cataldi, Z.; Lage, F. y Dominighini, C. (2013). *Fundamentos para el uso de simulaciones en la enseñanza*. Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales. 10(17), 8-16.
- [2] Estayno, M.G.; Dapozo, G.N.; Cuenca Pletsch, L.R. y Greiner, C.L. (2009) *Modelos y métricas para evaluar calidad de software*. XI Workshop en Investigación en Ciencias de la Computación, 1. Red de Universidades con Carreras en Informática, La Plata.
- [3] Esteve, F. y Gisbert, M. (2013). *Competencia digital en la educación superior: instrumentos de evaluación y nuevos entornos*. Enl@ce Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento. 10 (3), 29-43.
- [4] González, A. y Martín, M. (2017). *Educación superior a distancia en Argentina: tensiones y oportunidades*. Trayectorias universitarias. 3(4), 3-11. Recuperado de: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.8955/pr.8955.pdf
- [5] ISO/IEC 25000: Parte 25040 *Software engineering–System and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Evaluation process* (2005)
- [6] Lázaro-Cantabrana, J.L.; Gisbert-Cervera, M., y Silva-Quiroz, J.E. (2018). *Una rúbrica para evaluar la competencia digital del profesor universitario en el contexto latinoamericano*. EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa. 63, 1-14. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.21556/edutec.2018.63.1091>
- [7] Liberatore, G.; Fernández, G.; Ristol, M.; Palacios, C. y Tomaino, V. (2012). *La formación a distancia en Bibliotecología y Ciencia de la Información en Argentina: análisis de la oferta a nivel nacional y cuadro de situación de las carreras de la UNMdP*. X Encuentro de Directores y VI Encuentro de Docentes de Escuelas de Bibliotecología y Ciencia de la Información del Mercosur. Buenos Aires: Biblioteca Nacional. 14 y 15 de octubre.
- [8] Martín, M. (2011). *¿Competencias tecnológicas o competencias pedagógicas? La propuesta de formación de profesores desde la Dirección de Educación a Distancia de la UNLP* [Mensaje en un blog]. Educación y TIC. Recuperado de: <https://bit.ly/3dPSAvh>

E-Rúbricas para evaluar un tema de Informática en primer año

Verónica L. Vanoli

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Bahía Blanca

vvanoli@frbb.utn.edu.ar

Resumen

La evaluación es un instrumento curricular que se encuentra siempre como tema de discusión y sufre continuas modificaciones en la Educación Superior. Por ello, en este trabajo se presenta la experiencia de tres cuatrimestres, desde el año 2019, en la implementación de la evaluación por rúbricas llevada a cabo en un tema que forma parte del contenido en una materia de Informática de primer año de algunas ingenierías presentes en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca. Para ello, se explica en detalle la metodología aplicada en la evaluación y a partir de una encuesta, se presentan los resultados obtenidos de la opinión de las y los estudiantes evaluados. Se concluye con lo favorable que resulta la incorporación de este formato de evaluación, tanto para estudiantes como para docentes.

Palabras Clave: Rúbricas, E-Rúbricas, Procesador de Textos, Informática.

Introducción

La evaluación es un instrumento curricular que se encuentra siempre como tema de discusión y sufre continuas modificaciones en la Educación Superior. Desde el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería¹ se viene discutiendo sobre nuevos estándares de acreditación que se orientan a un enfoque basado en competencias, donde la evaluación formativa, la evaluación

sumativa, y la evaluación centrada en el estudiante, se presentan como temas sugeridos. Y en consecuencia, surgen las rúbricas como una acertada herramienta de evaluación.

Brookhart (2013) define a una Rúbrica (Analítica) como: “un conjunto coherente de criterios para el trabajo de los estudiantes que incluye descripciones de los niveles de la calidad del desempeño en los criterios” [1].

Cuando las rúbricas se diseñan y se implementan a través de tecnologías digitales, toma el nombre de E-Rúbricas o Rúbricas Electrónicas [2]. Estas tecnologías forman parte de las Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación [3] donde están presentes los Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje [4]. En la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Bahía Blanca este entorno se lo denomina como Aula Virtual, cuyo sistema base es Moodle².

A continuación, se describe el objetivo y la metodología llevada a cabo para la evaluación por rúbricas, y por último, se exponen los resultados obtenidos, a partir de la opinión de las y los estudiantes, y se redactan las conclusiones finales.

Objetivo

Este trabajo tiene como objetivo presentar la evaluación final del tema Procesador de

1 <https://confedi.org.ar/>

2 <https://moodle.org/>

Textos de la materia Fundamentos de Informática cuyo régimen es cuatrimestral y corresponde al primer año de carreras de Ingeniería (Civil, Mecánica y Eléctrica), a través de e-rúbricas.

Esta herramienta de evaluación se implementa por primera vez en el segundo cuatrimestre del año 2019. Y dado su resultado favorable y aceptación por parte de las y los estudiantes, se continúa hasta la fecha. Por lo tanto, este trabajo muestra la experiencia de dicho cuatrimestre junto con los dos cuatrimestres siguientes (año 2020).

Metodología

A continuación se divide la metodología en la descripción del trabajo a ser evaluado y su contexto, el formato de entrega y evaluación del mismo, y cómo se procede para obtener la opinión por parte de las y los estudiantes sobre la evaluación efectuada.

Trabajo a ser evaluado

En general, como parte del cursado de la materia y en particular sobre el tema Procesador de Textos, las y los estudiantes deben entregar un trabajo práctico final (al estilo de una monografía) de manera individual teniendo en cuenta la siguiente organización: introducción, desarrollo, conclusiones y bibliografía; cuyo título y texto a desarrollar es libre pero debe estar relacionado a la carrera que están cursando. La consigna del trabajo, presentada al estudiante, cuenta con una serie de ítems a cumplir en el marco del tema Procesador de Textos.

Desde el año 2013 este tema de la materia se desarrolla bajo una modalidad “a distancia” donde previo a la entrega del trabajo práctico final, las y los estudiantes cuentan con material digital de lectura, un videotutorial con las

opciones de edición de documentos más desconocidas o que generan más conflicto, una actividad cuestionario de autoevaluación obligatoria, trabajos prácticos previos al trabajo práctico final y un foro de consulta. Todos estos recursos y actividades se encuentran mediados a través del Aula Virtual y con una gran incidencia en el aprendizaje centrado en el estudiante, permitiendo al mismo tomar un rol más activo en su aprendizaje.

La aprobación del tema Procesador de Textos se obtiene a partir de los resultados del trabajo práctico final y la actividad cuestionario, en este último caso deben responder un conjunto de preguntas hasta lograr aprobarlo, y para el trabajo práctico final tienen una instancia de recuperatorio, es decir, volver a entregar su trabajo con las correcciones correspondientes si no lograron alcanzar el puntaje esperado de calificación por rúbricas.

Entrega y evaluación del trabajo

Una vez que las y los estudiantes hayan completado el trabajo final deben subirlo (hasta una fecha límite) en la actividad Tarea del Aula Virtual, que incluye un método de calificación por rúbricas.

Teniendo en cuenta la configuración de la Tarea, se ha creado un formulario nuevo con los aspectos a evaluar, junto con los criterios de evaluación, y sus respectivas escalas o niveles de valoración. Se le agrega y deja visible la siguiente descripción: “El tipo de evaluación utilizado para este tema se denomina Evaluación por Rúbricas. A continuación verás una tabla con cada punto a evaluar (criterios) y calificar (niveles o escalas). El puntaje mínimo es de 0 puntos y el máximo de 69 puntos. Para poder aprobar, el resultado de la suma de los puntos debe ser mayor o igual que 41 puntos”. Como otras

opciones de la rúbrica, se establece: un criterio de ordenación por niveles en forma descendente por número de puntos, que los puntos sean visibles, y que se puedan agregar comentarios adicionales a cada aspecto a evaluar.

La rúbrica de este trabajo posee un total de 23 aspectos a evaluar, acordes a los ítems de la consigna del trabajo. Un recorte de la misma se puede ver en la Figura 1.

Tema relacionado a la carrera	Se refiere a su carrera y es un tema novedoso 3 puntos	Se refiere a su carrera y es un tema conocido 2 puntos	Se refiere parcialmente a su carrera 1 punto	No se refiere a su carrera 0 puntos
Organización: Introducción	Muy completa 3 puntos	Reducida 2 puntos	Insuficiente 1 punto	No se encuentra presente 0 puntos
Organización: Desarrollo	Muy completo 3 puntos	Incompleto 2 puntos	Insuficiente 1 punto	No se encuentra presente 0 puntos
Organización: Conclusión	Muy buena 3 puntos	Buena 2 puntos	No se aprecia un aporte personal 1 punto	No se encuentra presente 0 puntos
Organización: Bibliografía	Completa y muy bien presentada 3 puntos	Completa y bien presentada 2 puntos	Incompleta o mal presentada o no se aprecia coherencia con el trabajo 1 punto	No se encuentra presente 0 puntos
Caratula o Portada (nombre del trabajo, nombre de la materia, nombre del estudiante)	Se encuentra en la primera hoja y cuenta con todos los elementos 3 puntos	Se encuentra en la primera hoja pero faltan datos 2 puntos	Se encuentra mal confeccionada (desprolija, incompleta o no se encuentra en la primera hoja) 1 punto	No se encuentra presente 0 puntos
Cantidad de páginas	Se ajusta perfectamente a la cantidad solicitada 3 puntos	Supera la cantidad solicitada 2 puntos	Es inferior a la cantidad solicitada 1 punto	No se ajusta a la cantidad porque debería distribuirse mejor el texto 0 puntos
Encabezado: Texto	Muy bien presentado 3 puntos	Bien presentado 2 puntos	Desprolijo 1 punto	No se encuentra presente 0 puntos
Encabezado: Imagen	Muy bien presentado 3 puntos	Bien presentado 2 puntos	Desprolijo 1 punto	No se encuentra presente 0 puntos
Encabezado: páginas impares diferentes a las pares	Muy bien diferenciadas 3 puntos	Diferenciadas sutilmente 2 puntos	Diferenciadas en forma desprolija 1 punto	No se encuentra presente 0 puntos
Enumeración de páginas	Se encuentra presente en el pie de página con el formato solicitado 3 puntos	Se encuentra presente en el pie de página sin el formato solicitado 2 puntos	Se encuentra presente en cualquier parte del documento 1 punto	No se encuentra presente 0 puntos
Formato tabla	Muy buen formato con variantes 3 puntos	Buen formato básico 2 puntos	Falta formato 1 punto	No se encuentra presente 0 puntos
Formato columnas	Muy buena presentación con ajustes avanzados 3 puntos	Buena presentación con ajustes básicos 2 puntos	Presentación desprolija 1 punto	No se encuentra presente 0 puntos
Inclusión de imágenes	Incluye algunas imágenes y muy bien presentadas 3 puntos	Incluye algunas imágenes y bien presentadas 2 puntos	Incluye demasiadas imágenes y desprolijas 1 punto	No se encuentran presentes 0 puntos

Fig. 1: Rúbrica de la evaluación del trabajo.

Opinión de las y los estudiantes sobre la evaluación

Se utilizó la técnica de encuesta para conocer la opinión de las y los estudiantes, mediante el envío de un correo electrónico con las preguntas correspondientes, y se procesaron los datos a través del método cuantitativo combinado, en menor proporción, con el método cualitativo.

Las preguntas de la encuesta se enumeran a continuación:

1. ¿Estás conforme con este formato de evaluación por rúbricas? (SI/NO)

2. ¿Te resultaron claros los criterios de cada aspecto a evaluar? (SI/NO)
3. Si en la respuesta anterior respondiste que NO, por favor, aclárame cuál o cuáles criterios no te resultaron claros y cómo lo modificarías.
4. ¿Te resulta práctico realizar la entrega de un trabajo a través del Aula Virtual y que aparezca el resultado en la misma entrega? (SI/NO)
5. Si se te ocurre algún comentario/sugerencia adicional sobre este formato o aclarar alguna respuesta, por favor, escríbilo a continuación.

Resultados

Participaron de la encuesta en el segundo cuatrimestre del año 2019 un total de cuatro estudiantes. En cuanto a la conformidad del formato de evaluación (1° pregunta), los criterios claros (2° pregunta) y la entrega en el Aula Virtual (4° pregunta), el 100% respondió afirmativamente. Los comentarios textuales presentados sobre este tipo de evaluación (5° pregunta) son los siguientes: “Muy dinámico”; “La verdad que está bastante completo, ya que cada una de las consignas estaban respondidas de acorde a cada uno de los puntos”; “Me resulta práctico ya que hay alumnos que se les complica para ir a la universidad algunas veces”. El último comentario se refiere a la entrega del trabajo a través del Aula Virtual (4° pregunta).

En el grupo de estudiantes del primer cuatrimestre del año 2020 (inicio de la emergencia sanitaria del COVID-19 y la obligatoriedad de la modalidad virtual) hubo un total de siete estudiantes que respondieron a la encuesta. En relación a la conformidad del formato de evaluación, los criterios claros y la entrega en el Aula Virtual, el 100% respondió afirmativamente. Y escribieron los siguientes

comentarios textuales: “Si, me pareció interesante e incluso conveniente porque permite evaluar muchos aspectos en un programa que tienen muchas herramientas”; “En mi caso particular los dos criterios que apliqué mal fue por no entenderlos a la hora de realizar la lectura del tp, al revisar los errores me di cuenta como eran y cuales eran los faltantes. Pero las consignas fueron claras”; “Este formato de evaluación por rúbricas nos permite ser críticos con nuestros propios trabajos y ver los errores cometidos en su desarrollo por eso me parece una manera aceptable de evaluar, siempre cuando los criterios a evaluar estén bien desarrollados para una buena interpretación”; “Me parece muy buena la evaluación por rúbricas, ya que a mí parecer quedan muy claro los criterios evaluados”. Algunas y algunos estudiantes tuvieron las siguientes opiniones sobre la entrega a través del Aula Virtual: “Sí particularmente me gusta mucho eso de la nota en el trabajo o la retroalimentación, tal vez será por mi ansiedad de saber la nota jaja”; “Si, me parece que establece un orden conveniente”; “Porque me entero rápido que es lo que tuve mal”; “Me parece mas ordenado”; “Y también muy cómodo hacer la entrega por el aula virtual y que los resultados estén en la misma”.

Y en el caso del segundo cuatrimestre del año 2020 donde participaron un total de 18 estudiantes, el 100% estuvo conforme con este formato de evaluación, a un 94% le resultaron claros los criterios (es decir, sólo un estudiante respondió que en principio no le resultaron claros pero después afirma que le sirvió para saber cuál es su nivel general de manejo del tema Procesador de Textos) y a un 100% le resultó práctico realizar la entrega a través del Aula Virtual. Y se encuentran los siguientes comentarios textuales: “Me parece que es una

forma de evaluación que nos permite visualizar de manera rápida cuales eran los objetivos y si fueron alcanzados (que haya una escala de qué tan alcanzado fue el objetivo también está muy bueno) la verdad no conocía ésta forma de evaluación y me gustó bastante. Personalmente siento que la devolución se condice muy bien con el trabajo que entregué. Que la rúbrica esté en la misma entrega me parece que facilita el acceso, es una devolución dinámica y personalizada”; “Me gustó mucho el detalle de la corrección”; “Siento que el método fue muy bueno y al tener tantas rúbricas a la vez de ser bastante estricto, es muy claro a la hora de la nota y ayuda para un próximo trabajo”; “Me pareció bien el formato de evaluación”; “A mí me pareció una buena forma de evaluar el tema”; “Se evalúa mejor si se tiene en cuenta los detalles, aparte porque da una idea que tenemos q tener en cuenta en una presentación”; “Me gusta bastante la forma en como evalúan!!”; “El sistema por rúbricas permite saber en qué le erraste, en que te hiciste fuerte, en que te fue más o menos bien... permite ver un análisis más detallado que la simple nota final y la verdad me pareció muy buena idea evaluar así”. Para quienes quisieron dejar un comentario sobre la entrega a través del Aula Virtual, se encuentran los siguientes: “Para mí es excelente poder usar el aula y aparte es más práctico. y que aparezca el resultado es genial”; “Me resulta práctico que aparezca el resultado en la entrega porque es un lugar dentro del aula virtual donde ya se que me tengo que fijar una vez que la nota este subida”; “Además también me parece fácil y cómoda la forma de entrega y que aparezca ahí mismo el resultado”; “Realmente práctico. Creo que es una metodología que se puede aplicar a las clases presenciales. Es mucho más cómodo”.

Conclusiones

Como se puede apreciar en los comentarios que han dejado las y los estudiantes, la aceptación de este tipo de evaluación por rúbricas en los tres cuatrimestres ha sido satisfactoria y se destaca en el entusiasmo por aportar algo adicional, más allá de responder si o no a las preguntas presentadas. En efecto han dejado comentarios un 75% en el segundo cuatrimestre del 2019, un 57% en el primer cuatrimestre del 2020 y un 72% en el segundo cuatrimestre del 2020.

Algunas devoluciones para destacar como la de ser críticos de su propio trabajo y poder visualizar de manera rápida cuales son los objetivos y si fueron alcanzados a través de la escala (o “en qué le erraste, en que te hiciste fuerte”), nos llevan a la conclusión que hacen Itziar y Karmele (2014) en su trabajo donde expresan que estas e-rúbricas facilitan la formación del alumnado al incidir sobre la importancia que desempeña la evaluación de cara a la mejora, que se valora lo que ya se ha conseguido y lo que les falta por adquirir, que es global a los contenidos respecto a conocimientos, habilidades y actitudes, que contrastan procesos y resultados, que se basan en evidencias a la luz de los criterios conocidos, que disponen de una evaluación inmediata y que se convierte en una actividad habitual con sentido ético [5].

A pesar de que esta virtualidad forzada ha hecho que los entornos virtuales pasen a ser el medio central en el dictado de las clases, y en consecuencia las entregas de trabajos como opción casi única, las y los estudiantes consideran que entregar trabajos a través del Aula Virtual les resulta muy práctico y cómodo, tanto en la presencialidad (cuatrimestre del 2019) como en la virtualidad (año 2020). Y en este último caso, surge el

pedido de continuidad en el retorno a las clases presenciales.

Por parte de las y los docentes también resulta un formato de evaluación adecuado, porque permite determinar y especificar bien los diferentes aspectos a evaluar, ordenar sus correspondientes criterios y establecer una ponderación acorde al logro de una puesta en práctica esperada de las y los estudiantes.

Bibliografía

- [1] S. Brookhart. *How to create and use rubrics for formative assessment and grading*. Alexandria, VA: ASCD, 2013.
- [2] M. Cebrián de la Serna. *La evaluación formativa mediante e-rúbricas*. Indivisa: Boletín de estudios e investigación, (10), 197-208, 2008.
- [3] J. Cabero Almenara. *Las aportaciones de las nuevas tecnologías a las instituciones de formación continuas: reflexiones para comenzar el debate*. En Martín-Moreno, Q., et al (Coords). V Congreso interuniversitario de organización de instituciones educativas, Madrid, Departamentos de Didáctica y Organización escolar de la Universidad de Alcalá, Complutense, 1998.
- [4] L. Castañeda Quintero; P. López Vicent. *Entornos virtuales de enseñanza aprendizaje libres: Moodle para profesores*. En PRENDES ESPINOSA, M. P. Herramientas Telemáticas Para La Enseñanza Universitaria En El Marco Del Espacio Europeo De Educación Superior. Grupo de Investigación de Tecnología Educativa. Universidad de Murcia, 2007.
- [5] R. Itziar y B. Karmele. *Las eRúbricas ante la evaluación de competencias transversales en Educación Superior*. Revista Complutense de Educación, Vol. 25 Núm. 2, 2014.

El Análisis Estático como Herramienta de Evaluación en Cátedras con Proyectos de Programación

Martín L. Larrea

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur
Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina
mll@cs.uns.edu.ar

Resumen

Desde el punto de vista de la enseñanza de la programación, resulta fundamental la elaboración de metodologías que permitan evaluar dicha programación. Una de las metodologías más usadas por los alumnos y docentes es la de testing dinámico, esto es ejecutar el código, darle una entrada y comparar la salida observada con la esperada. Sin embargo esta estrategia no está libre de restricciones y creemos que puede ser complementada por el testing estático. En este trabajo presentamos esta otra modalidad de testing, algunas herramientas que le dan soporte y mostramos cómo puede ser aplicado en cátedras que incluyen la evaluación de proyectos de programación. La implementación del testing estático da nuevas herramientas, tanto al alumno como al docente, para evaluar y mejorar la calidad del código producido.

Palabras Clave: Análisis Estático, Testing, Evaluación de Proyectos

Abstract

From the point of view of teaching software programming, the development of methodologies that allow evaluating such programming is essential. One of the methodologies most used by students and teachers is dynamic testing, this is executing the code, giving it an input and comparing the observed output with the expected one. However, this strategy is not free of restrictions and we believe that it can be complemented by static testing. In this work we present this other

testing modality, some tools that support it and we show how it can be applied in courses that include the evaluation of programming projects. The implementation of static testing gives new tools, both to the student and the teacher, to evaluate and improve the quality of the code produced.

Keywords: Static Analysis, Testing, Project Evaluation

Introducción

La programación como actividad en la formación del alumno de carreras de informática es fundamental y en consecuencia también lo es la evaluación de dicha programación. Tanto el alumno como el docente requieren de técnicas efectivas de programación ([1]) y verificación. El alumno necesita contar con metodologías y herramientas que le permitan evaluar su programa para poder saber si satisface las condiciones de la cátedra, que a su vez son las mismas necesidades que tiene el docente. Hoy en día, la principal estrategia de evaluación de proyectos de programación, tanto del docente como el alumno, es la de ejecutar el código, ingresar un conjunto de parámetros de entrada y evaluar si la salida observada es la esperada ([2], [3], [4]). Este proceso, sin duda válido como proceso de testeo, se conoce en el área de Verificación y Validación de Software (VyVS) como *testing dinámico*. En este trabajo queremos poner el foco de atención a la contraparte del testing dinámico, y es el *testing*

estático. El principal atractivo que tiene el testing dinámico como método de evaluación de un programa o módulo es que resulta muy intuitivo, natural. Al hacer un programa X, una forma directa de evaluar la calidad de X es ejecutarlo y observar si el comportamiento de X es el esperado. Sin embargo, para poder realizar este tipo de control se debe satisfacer una condición fundamental, el programa o módulo X debe estar completo y compilado. Esto significa que durante el tiempo que se está desarrollando X no es posible acceder a un testing dinámico. Tampoco es posible hacer testing dinámico de aquellos elementos de código que en su naturaleza no son ejecutables, por ejemplo una clase abstracta ([5]). Por estos motivos es que creemos que la introducción del testing estático, en particular el análisis estático, es una excelente complementación como herramienta de evaluación para el alumno y el docente. Se define como testing estático al chequeo manual de un objeto, así también como su análisis mediante herramientas, pero en ningún momento el objeto siendo testeado se ejecuta. El análisis estático, que es la observación del objeto de testeo mediante herramientas, permite evaluar elementos de software que no están completos o que no son ejecutables en su naturaleza. La información que nos brindan estas herramientas sirven para evaluar la calidad de los mismos. Quizás la herramienta más conocida de análisis estático es el compilador, pero existen otras más versátiles y poderosas.

El objetivo de este trabajo es presentar el concepto de análisis estático como herramienta de evaluación en cátedras con proyectos de programación, discutir un conjunto de herramientas gratuitas disponibles y mostrar cómo una de estas puede ser aplicable en un bloque de materias de programación. En tal sentido utilizaremos como caso de estudio tres materias del bloque de programación de las

carreras ofrecidas por el Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación de la Universidad Nacional del Sur.

A continuación, se desarrollarán algunos conceptos de VyVS para poder trabajar sobre un conjunto común de definiciones. Seguido presentamos tres herramientas de análisis estático disponibles actualmente y, como caso de estudio, aplicamos una de ellas sobre tres materias de programación. El trabajo concluye con algunas palabras finales y lo que creemos son los siguientes pasos a realizar sobre esta línea de trabajo.

Verificación y Validación de Software

La *Verificación* y la *Validación* son dos formas de evaluar la calidad de un producto de software. La *Verificación* se ocupa de comprobar que el software cumple los requisitos funcionales y no funcionales de su especificación; mientras que la *Validación* tiene a su cargo comprobar que el software cumple las expectativas que el cliente espera. El área de VyVS está compuesta de muchas técnicas ([6]) cuyo objetivo es determinar la correctitud del objeto a testear y diferentes formas de clasificar dichas técnicas. Aquellas que no ejecutan el objeto a testear sino que sólo lo analizan, como un compilador por ejemplo, son clasificadas como técnicas de testing estático específicamente análisis estático. En cambio, las que ejecutan el objeto de testeo, para por ejemplo evaluar si la salida es correcta o no, son técnicas de testing dinámico. El testing estático es mucho más flexible en su aplicación, al no requerir que el objeto bajo testeo sea ejecutado. La lectura por parte de una persona de un código fuente buscando errores es un tipo de testing estático, también lo es la lectura de un documento de texto buscando inconsistencias. El mismo corrector ortográfico puede ser clasificado como testing estático. En [6] el testing estático está dividido en dos categorías,

examinaciones grupales estructuradas y análisis estáticos. La primera se concierne con aquellas evaluaciones en donde el analizador del objeto bajo testeo son uno o más humanos. A los fines de este trabajo nos centraremos en la segunda categoría, donde las evaluaciones del objeto bajo testeo son realizadas mediante herramientas de software. No por esto se debe entender que no consideramos la primera categoría importante, todo lo contrario pero no es el foco en este momento.

Herramientas de Análisis Estático

Existen actualmente numerosas herramientas que pueden ser clasificadas como herramientas de análisis estático. En este trabajo vamos a presentar tres, las cuales representan diferentes puntos dentro del abanico de opciones disponibles. Comenzando desde la más sencilla y limitada en funcionalidad como *CyVis* ([7]), pasando luego a *PMD* ([8]) una de complejidad intermedia y finalmente la más compleja *SonarQube* ([9]).

CyVis

CyVis es una herramienta gratuita desarrollada en Java para Java, por lo que es multiplataforma. Funciona tanto sobre archivos de clases o jars permitiendo calcular métricas sobre los mismos. Dentro de las métricas que se calculan se incluyen cantidad de líneas, métodos y la complejidad ciclomática ([10]). La herramienta es de muy fácil uso debido a su simplificada interfaz gráfica (Figura 1). De toda la información que brinda, la complejidad ciclomática es quizás la más importante. Desde un punto de vista académico, esta información le permitiría al alumno poder identificar métodos demasiado complejos y propensos a errores, y también le serviría para saber qué métodos deberían ser reorganizados en métodos de menor complejidad. Sin embargo, tan

limitada funcionalidad hace que no sea una herramienta atractiva para la evaluación de proyectos de programación. Aunque la complejidad ciclomática es una métrica importante, la herramienta no detecta errores, ni potenciales errores en el código. Algo que las siguientes herramientas sí pueden hacer.

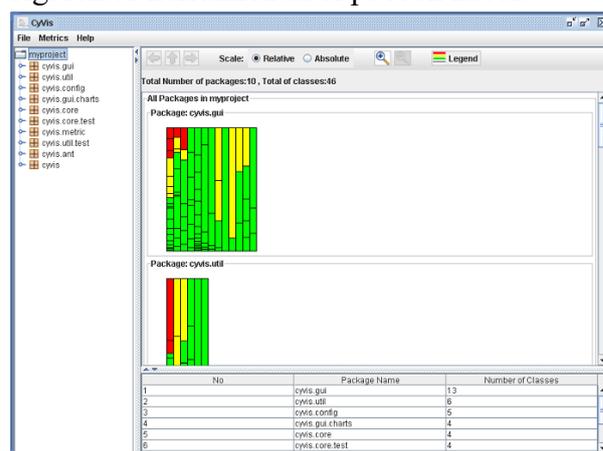


Figura 1. Captura de pantalla de CyVis en la cual se observa una visualización de la complejidad ciclomática de las clases del proyecto. CyVis es una herramienta libre y gratuita desarrollada en Java para Java. La imagen fue obtenida del sitio web oficial de la herramienta ([7]).

PMD

PMD es un analizador estático de código cuyo objetivo es encontrar fallas de programación comunes como variables no utilizadas, bloques de manejo de excepciones vacíos, creación de objetos innecesarios, etc. Fue desarrollado originalmente para trabajar sobre Java y Apex, pero actualmente está disponible para seis lenguajes. PMD opera a partir de un conjunto de reglas (*rulesets*) previamente definidas, cada regla establece qué tipo de control realizará PMD sobre el código fuente. Para poder utilizar PMD primero se debe contar con un *ruleset*, el cual se compone de la selección de reglas existentes dentro de PMD. Actualmente la herramienta ofrece

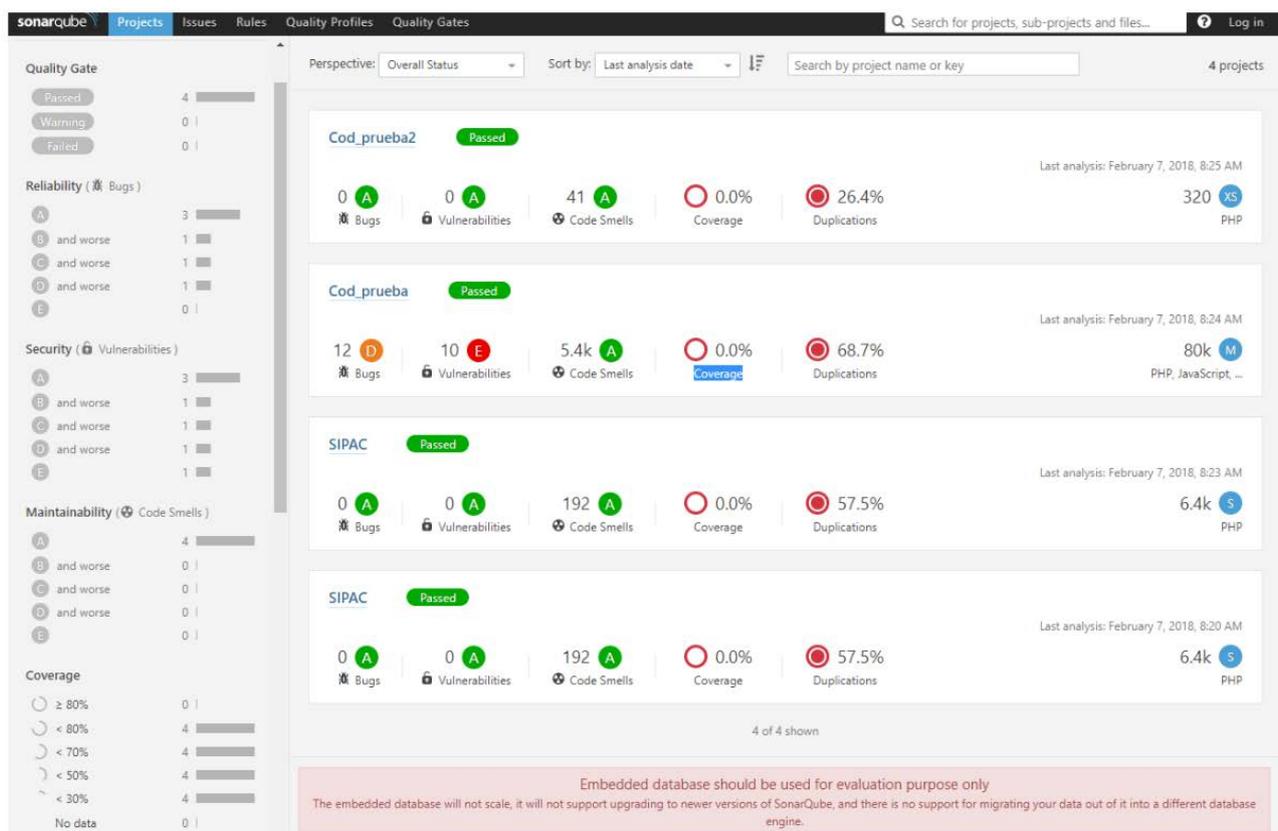


Figura 2. Captura de pantalla de la pantalla de reportes de SonarQube. Aquí se observan los resultados del análisis estático sobre diferentes proyectos, almacenados en repositorios de GitHub. Sin duda esta es la herramienta más poderosa de las tres, y también quizás la más difícil de configurar.

aproximadamente 400 reglas predefinidas y soporta la creación de nuevas reglas. Las reglas existentes se organizan en 8 categorías: *Best Practices*, *Code Style*, *Design*, *Documentation*, *Error Prone*, *Multithreading*, *Performance*, *Security*, *Additional rulesets*. Vale aclarar que PMD incluye una regla que analiza la complejidad ciclomática del código, igual que CyVis. Por ejemplo, una cátedra podría establecer como regla de buena programación que todo método debe tener un único punto de salida. Para poder controlar esta condición, en lugar de mirar manualmente todo el código, se podría crear un *ruleset* en PMD con la regla *OnlyOneReturn* ([11]), de la categoría *CodeStyle* y ejecutar PMD sobre el código fuente en cuestión.

La ejecución de PMD es sencilla ya que es una herramienta que funciona por línea de comando, sólo se debe tipear `pmd.bat -d c:\src`

`-R rulesets/java/quickstart.xml -f text` donde `c:\src` es la ubicación del código fuente a analizar y `rulesets/java/quickstart.xml` es el conjunto de reglas para aplicar sobre el código. Los resultados se muestran también por la línea de comando. PMD incluye otra herramienta llamada CPD que se utiliza para encontrar código duplicado, y también funciona por línea de comando. Este software es portable, se distribuye bajo la licencia BSD y posee versiones tanto para Windows como para Linux; además requiere de Java JRE 1.7 o superior.

SonarQube

SonarQube es una plataforma de código abierto para análisis continuo de calidad. Incluye toda la funcionalidad presente en PMD pero además, se presenta como una plataforma web, con una fácil integración con repositorios de código

como GitHub y otras herramientas de testeo. Está disponible para más de 20 lenguajes de programación e incorpora funcionalidades adicionales para la administración y gestión de los procesos de testeo estático y dinámico.

Al igual que con la herramienta anterior, SonarQube ofrece un conjunto de reglas que son los diferentes tipos de análisis que puede realizar sobre el código. Para el lenguaje Java, por ejemplo, actualmente cuenta con 642 reglas ([12]), es decir más de 600 análisis diferentes de calidad del código. El usuario debe indicar qué reglas desea aplicar y la herramienta ofrece un reporte de resultado (Figura 2). Sin duda esta es la herramienta más poderosa de las tres, en especial por su integración con productos de terceros, algo que PMD no puede hacer. Esta ganancia conlleva el costo de una instalación y configuración más compleja que los casos anteriores. SonarQube se distribuye bajo licencia LGPL.

Casos de Prueba

El objetivo de este trabajo es el de introducir el análisis estático como un complemento para la evaluación de proyectos de programación en las cátedras, tanto como una herramienta disponible para el docente como para el alumno. En tal sentido, a continuación vamos a mostrar cómo podemos usar y aprovechar los resultados de una de estas herramientas en tres materias de programación. Cada una de las cuales se ubica en un estadio diferente del desarrollo de la capacidad de programar por parte del alumno.

El Contexto

El Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación (DCIC), de la Universidad Nacional del Sur, ofrece tres carreras de grado, Ingeniería en Computación, Ingeniería en Sistemas de Información y Licenciatura en Ciencias de la Computación. Estas últimas dos

son las que más carga de conceptos de Ingeniería de Software presentan en sus currículas, lo que se refleja en las incumbencias de sus títulos. También común a estas dos carreras es el denominado bloque de programación, un conjunto de cuatro materias de los dos primeros años que son la formación esencial de programación del alumno.

Dicho bloque está formado por las siguientes materias en el orden en el que aparecen en las carreras:

Resolución de Problemas y Algoritmos (RPA):

El objetivo principal de la materia es que los alumnos adquieran la capacidad de desarrollar programas para resolver problemas de pequeña escala. El desarrollo de un programa se concibe como un proceso que abarca las etapas de, la interpretación adecuada del enunciado a través del cual se plantea el problema, el diseño de un algoritmo para el problema planteado, ya implementación del algoritmo en un lenguaje de programación imperativo y finalmente la verificación de la solución. La materia se dicta en el primer cuatrimestre del primer año con una carga horaria de 64hs. El lenguaje de programación utilizado es Pascal.

Introducción a la Programación Orientada a Objetos (IPOO).

El objetivo de esta asignatura es que los alumnos aprendan y apliquen los fundamentos de la programación orientada a objetos para la implementación en Java de aplicaciones de software de pequeña escala, a partir de una especificación y un diagrama de clases ya diseñado. La materia se dicta en el segundo cuatrimestre del primer año con una carga horaria de 64hs. El lenguaje de programación utilizado es Java.

Estructura de Datos (ED). El objetivo de Estructuras de Datos es que el alumno aprenda con detalle los conceptos de estructuración de datos y los algoritmos para el manejo de las diferentes estructuras de datos que se presentan.

Este proceso se contextualiza en el marco de la programación orientado a objetos y atendiendo a los factores de calidad del software, es especial la eficiencia caracterizada por la noción de orden de tiempo de ejecución de un algoritmo. La materia se dicta en el primer cuatrimestre del segundo año con una carga horaria de 64 hs. El lenguaje de programación utilizado es Java.

Tecnología de Programación (TdP). Esta materia es la cuarta y última materia del bloque inicial de aprendizaje de programación. En ésta los alumnos adquieren un conocimiento más profundo sobre el paradigma de orientación a objetos, sus usos, beneficios y tecnologías asociadas. La materia permite articular los contenidos desarrollados en las materias del área de Programación con los temas que se abordarán a partir de tercer año en las asignaturas del área Desarrollo de Software. La materia tiene tres objetivos primordiales: Introducir nociones elementales de ingeniería de software y el proceso de desarrollo. Establecer la relación del paradigma orientado a objetos con el área de ingeniería de software y el soporte de los conceptos centrales de orientación a objetos en diversos lenguajes de programación. La materia se dicta en el segundo cuatrimestre del segundo año con una carga horaria de 64 hs. El lenguaje de programación utilizado es Java y en algunos casos C#.

La Herramienta

Para este caso de estudio se optó por utilizar PMD. CyVis se consideró muy limitada en su funcionalidad y SonarQube muy compleja, en esta instancia, de instalar y configurar. Con el fin de demostrar las ventajas del análisis estático, PMD ofrece las mejores ventajas sobre las contras antes mencionadas. Lamentablemente PMD no ofrece soporte para el lenguaje de programación PASCAL, lo que

deja fuera de este análisis a la materia Resolución de Problemas y Algoritmos. Para este caso de estudio, nos proponemos mostrar en detalle para IPOO y en modo resumido para ED y TdP algunos de los aspectos que se presentan que luego efectivamente mostraremos cómo pueden ser evaluados mediante PMD utilizando proyectos propios de cada cátedra.

IPOO

Como mencionamos recientemente, IPOO introduce al alumno en la Programación Orientada a Objetos. En las Figuras 3, 4, 5 y 6 podemos ver cuatro *slides* del curso en la cual se hacen recomendaciones al alumno a la hora de programar. A partir de estas recomendación, y otras, es que formamos un ruleset denominado *ipoo.xml* el cual se muestra en la Figura 7. Las reglas que se incluyeron, en orden de aparición son:

FieldDeclarationsShouldBeAtStartOfClass.

Los campos de una clase deben ser declarados al inicio de la clase.

ClassNameingConventions. Los nombres de las clases deben comenzar con una mayúscula. Esta regla puede ser configurada a gusto de la cátedra a partir del campo *property* que se observa en el ruleset.

AssignmentInOperand. Informa cuando se detecta el uso de la asignación como parte de un condicional.

AssignmentToNonFinalStatic. Informa cuando a una variable estática se le asigna una variable dinámica.

OneDeclarationPerLine. Detecta cuando se realizan múltiples declaraciones por línea, e informa que esto atenta contra la legibilidad del código.

Unused. Múltiples reglas que detectan cuando algún elemento, como puede ser un *import*, un parámetro formal, o una variable local son declarados pero no usados.

OnlyOneReturn. Identifica cuando un método tiene más de un punto de salida.

EL DIAGRAMA DE UNA CLASE

En la etapa de diseño cada clase se modela mediante un **diagrama**:

- Nombre
- Atributos
- Constructores
- Comandos
- Consultas
- Responsabilidades

Los **servicios provistos por una clase pueden ser constructores, comandos o consultas.**

El diagrama puede incluir **notas o comentarios** que describen **restricciones** o la **funcionalidad** de los servicios.

Introducción a la Programación Orientada a Objetos 25

Figura 3. Al momento de programar una clase a los alumnos se les pide que siempre pongan los atributos de clase e instancia luego del nombre de la clase.

CASO DE ESTUDIO: CONTROL DE LA PRESIÓN ARTERIAL

Convenciones

- Declaramos los atributos como privados para que solo sean accesibles dentro de la clase.
- Para **consultar** el valor de cada atributo definimos un **método** que retorna el valor del atributo.
- Cada identificador de clase comienza con una mayúscula, a las variables por lo general le asignamos nombres que comienzan en minúscula.
- Retenemos el orden y los comentarios del diagrama en el código para reflejar su estructura.

Introducción a la Programación Orientada a Objetos 49

Figura 4. Las convenciones de nombres, como por ejemplo utilizar mayúscula al inicio del nombre de una clase puede ser controlado mediante PMD.

Es importante destacar que estas reglas sirven para realizar advertencias, en algunos casos las advertencias pueden ser consideradas errores por parte del alumno, por ejemplo nombrar con minúscula una clase; pero en otros casos puede existir una justificación como por ejemplo en la existencia de dos puntos de salida en un mismo método. Con el *ruleset* creado tal como se muestra en la Figura 7 se procedió a aplicar estas reglas mediante PMD en un proyecto real de la materia. El proyecto en cuestión consta de 5 clases con un total de 189 líneas de código. La Figura 8 muestra la salida de PMD al aplicar *ipoo.xml* sobre el proyecto. En particular, se

encontraron múltiples situaciones que no satisfacían las reglas establecidas. Por cada una de estas situaciones, PMD informa el archivo, la línea, la regla que se violó y una breve descripción. PMD detectó 8 situaciones que violaban las reglas establecidas en el *ruleset* de IPOO. En la línea 4 de la clase *MatrizGenerica* se encontró más de una declaración en una única línea; en la línea 20 de la misma clase se encontró dos variables definidas en la misma línea y que no son usadas luego de su definición.

CONVENCIONES

- Declarar las variables al principio del bloque.
- Usar **identificadores significativos** e **indentar** adecuadamente.
- Incluir **comentarios** que describan la **estructura** del código, la **funcionalidad** de cada método y las **responsabilidades** establecidas en el diseño.
- **No exagerar** con los comentarios oscureciendo la lógica de la resolución.
- No escribir comentarios que expliquen características del lenguaje
- Si un método produce un resultado, incluir **una única instrucción de retorno al final**, excepto si todo el código del método es un **if-else** con instrucciones simples.
- Los atributos de instancia los declaramos **privados**.

Introducción a la Programación Orientada a Objetos 66

Figura 5. Un único punto de salida en aquellos métodos que deban retornar un valor es fácilmente controlable con una regla específica en el *ruleset*.

IDENTIDAD, IGUALDAD Y EQUIVALENCIA

```

m1 → :PresionArterial
m2 → :PresionArterial
m3 → :PresionArterial
m4 → :PresionArterial
    
```

maxima=150
minima=75

maxima=150
minima=72

maxima=150
minima=75

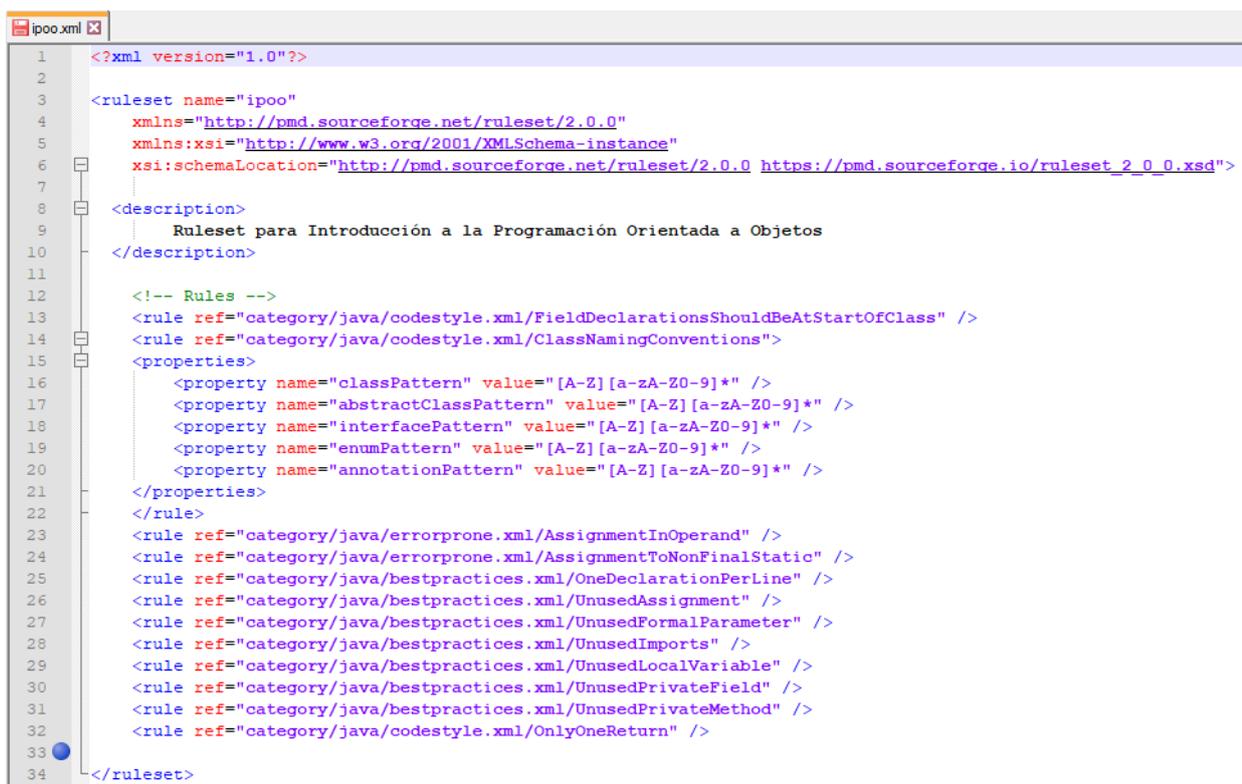
```

ig1 = m1 == m2 ;
ig2 = m1 == m3 ;
ig3 = m1 == m4 ;
    
```

El operador relacional == compara variables de tipo clase, esto es **referencias**.

Introducción a la Programación Orientada a Objetos 46

Figura 6. El uso de '=' en un condicional a modo de comparación es un error común y muchas veces difícil de detectar, por lo que la inclusión de una regla para su identificación resulta valioso.

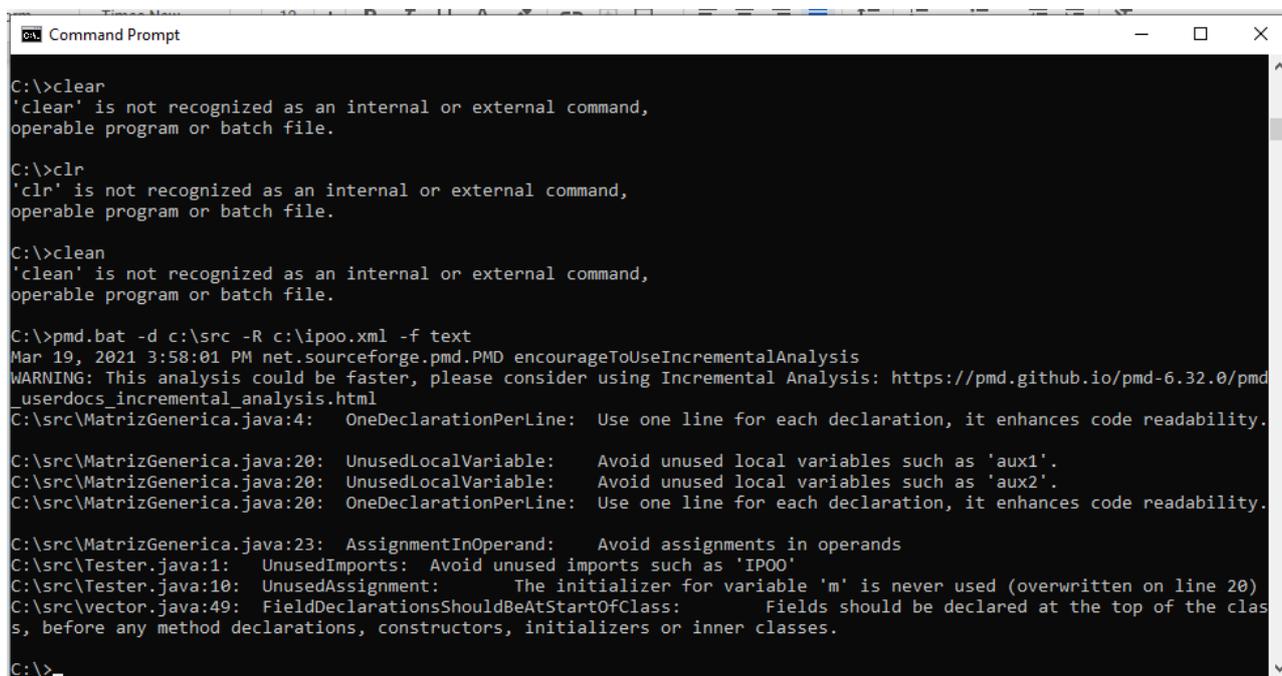


```

1 <?xml version="1.0"?>
2
3 <ruleset name="ipoo"
4   xmlns="http://pmd.sourceforge.net/ruleset/2.0.0"
5   xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
6   xsi:schemaLocation="http://pmd.sourceforge.net/ruleset/2.0.0 https://pmd.sourceforge.io/ruleset_2_0_0.xsd">
7
8   <description>
9     Ruleset para Introducción a la Programación Orientada a Objetos
10  </description>
11
12  <!-- Rules -->
13  <rule ref="category/java/codestyle.xml/FieldDeclarationsShouldBeAtStartOfClass" />
14  <rule ref="category/java/codestyle.xml/ClassNamingConventions">
15    <properties>
16      <property name="classPattern" value="[A-Z][a-zA-Z0-9]*" />
17      <property name="abstractClassPattern" value="[A-Z][a-zA-Z0-9]*" />
18      <property name="interfacePattern" value="[A-Z][a-zA-Z0-9]*" />
19      <property name="enumPattern" value="[A-Z][a-zA-Z0-9]*" />
20      <property name="annotationPattern" value="[A-Z][a-zA-Z0-9]*" />
21    </properties>
22  </rule>
23  <rule ref="category/java/errorprone.xml/AssignmentInOperand" />
24  <rule ref="category/java/errorprone.xml/AssignmentToNonFinalStatic" />
25  <rule ref="category/java/bestpractices.xml/OneDeclarationPerLine" />
26  <rule ref="category/java/bestpractices.xml/UnusedAssignment" />
27  <rule ref="category/java/bestpractices.xml/UnusedFormalParameter" />
28  <rule ref="category/java/bestpractices.xml/UnusedImports" />
29  <rule ref="category/java/bestpractices.xml/UnusedLocalVariable" />
30  <rule ref="category/java/bestpractices.xml/UnusedPrivateField" />
31  <rule ref="category/java/bestpractices.xml/UnusedPrivateMethod" />
32  <rule ref="category/java/codestyle.xml/OnlyOneReturn" />
33
34 </ruleset>

```

Figura 7. Ruleset creado para ser usado por PMD en proyectos de programación de la cátedra de IPOO.



```

C:\>clear
'clear' is not recognized as an internal or external command,
operable program or batch file.

C:\>clr
'clr' is not recognized as an internal or external command,
operable program or batch file.

C:\>clean
'clean' is not recognized as an internal or external command,
operable program or batch file.

C:\>pmd.bat -d c:\src -R c:\ipoo.xml -f text
Mar 19, 2021 3:58:01 PM net.sourceforge.pmd.PMD encourageToUseIncrementalAnalysis
WARNING: This analysis could be faster, please consider using Incremental Analysis: https://pmd.github.io/pmd-6.32.0/pmd
_userdocs_incremental_analysis.html
C:\src\MatrizGenerica.java:4:  OneDeclarationPerLine:  Use one line for each declaration, it enhances code readability.
C:\src\MatrizGenerica.java:20: UnusedLocalVariable:  Avoid unused local variables such as 'aux1'.
C:\src\MatrizGenerica.java:20: UnusedLocalVariable:  Avoid unused local variables such as 'aux2'.
C:\src\MatrizGenerica.java:20: OneDeclarationPerLine:  Use one line for each declaration, it enhances code readability.
C:\src\MatrizGenerica.java:23: AssignmentInOperand:  Avoid assignments in operands
C:\src\Tester.java:1:  UnusedImports:  Avoid unused imports such as 'IPOO'
C:\src\Tester.java:10: UnusedAssignment:  The initializer for variable 'm' is never used (overwritten on line 20).
C:\src\vector.java:49: FieldDeclarationsShouldBeAtStartOfClass:  Fields should be declared at the top of the clas
s, before any method declarations, constructors, initializers or inner classes.
C:\>

```

Figura 8. Salida que ofrece PMD luego de aplicar ipoo.xml como ruleset a un proyecto entregado por un alumno en IPOO. De la salida se observa que se encontraron múltiples situaciones que violaban las reglas establecidas.

En la línea 23 de esa clase también se encontró el uso de una asignación en un condicional. En la clase `Tester` se encontró una importación que no es utilizada, y una variable que es definida e inicializada pero luego nunca usada. Finalmente, en la clase `Vector`, línea 49 se encontró la definición de un atributo que no se encuentra al inicio de la clase.

Vale aclarar en este punto, que algunos de estos errores identificados por PMD en muchos casos también son identificados por algunas de las IDEs disponibles hoy en día. Por ejemplo, Eclipse detecta variables o importaciones no usadas. Sin embargo, PMD puede incluir más reglas que las soportadas por Eclipse, y en el caso particular de IPOO la IDE utilizada no incluye esta funcionalidad.

Debido a las limitaciones de páginas del TE&ET, para las siguientes dos cátedras nos limitaremos a describir qué reglas se incluyeron y qué resultados se obtuvieron sin mostrar los *rulesets* ni las salidas por consola.

ED

La materia ED hace uso del paradigma orientado a objetos visto en IPOO para desarrollar en detalle los conceptos y usos relacionados a las estructuras de datos. En términos del *ruleset* se trabajó en forma incremental a partir del *ruleset* utilizado en IPOO. El nuevo conjunto de reglas, `ed.xml`, incorporó reglas tales como:

EmptyTryBlock, *NoPackage*,
SwitchStmtsShouldHaveDefault,
UnnecessaryCast, *UnnecessaryConstructor* y
AvoidFieldNameMatchingMethodName, entre otros.

El proyecto Java de la materia ED sobre el cual se aplicó el *ruleset* `ed.xml` consta de 33 clases con un total de 1671 líneas de código. PMD informó 188 situaciones que violaban reglas establecidas. Entre las situaciones se destacan las siguientes; el uso de modificadores de

visibilidad redundantes, nombres que no respetan las convenciones de escritura, la comparación de Strings mediante el operador `'='` y no el método *equals* y la existencia de métodos con el mismo nombre que un atributo de instancia.

TdP

La última materia del bloque de programación busca acercar al alumno a la programación como desarrollo de software y servir de puente al área de Ingeniería de Software. Tal como ocurrió en la materia anterior, el *ruleset* que se creó para TdP se hizo de manera incremental sobre el de ED. Para `tdp.xml` se incluyeron reglas vinculadas al manejo de hilos y aquellas asociadas al buen diseño orientado a objeto, como:

GodClass, *LawOfDemeter* ([13]),
SingularField, *CyclomaticComplexity* y
UselessOverridingMethod entre otras.

En esta materia los alumnos concluyen su cursado con el desarrollo de un video juego. Para la prueba de `tdp.xml` usamos un juego desarrollado en 2019 por tres alumnos; el proyecto cuenta con 94 clases y 2504 líneas de código. PMD encontró 6 atributos de instancias que sólo se usaban en un único método, lo que indicaba que podrían ser reemplazados por variables locales. Dos métodos con complejidad ciclomática mayor a 7. Múltiples violaciones de *Law of Demeter* y finalmente múltiples entidades que eran definidas pero nunca usadas. En este proyecto, motivado por su envergadura, se decidió a probar la herramienta para detección de código duplicado CPD. En este caso se ejecutó por línea de comando `cpd.bat --minimum-tokens 70 --files c:\src` lo que detectó dos métodos iguales en dos clases encargadas de gestionar los movimientos del personaje del juego.

Conclusiones y Trabajo a Futuro

La corrección de proyectos de programación es una tarea que lleva tiempo y consume recursos, en especial recursos humanos. Para poder ser más eficientes en el uso de ese tiempo debemos incorporar nuevas metodologías de testeo, metodologías que complementen y no reemplacen a las actuales. En tal sentido es que introducimos la noción de testing estático y en particular el análisis estático. Esta metodología es soportada por múltiples herramientas con diferentes grados de funcionalidad. A fines de este trabajo, se introdujeron tres herramientas y una de ellas fue utilizada para evaluar proyectos reales de tres materias del bloque de programación de nuestra unidad académica. Creemos que estas herramientas, a disposición de los alumnos y docentes, sería una oportunidad para mejorar la calidad del código y acercar nuevas herramientas a las cátedras. Como trabajo a futuro, pretendemos trabajar con las cátedras del bloque de programación del DCIC-UNS para crear en conjunto sus respectivos *rulesets* y tutoriales necesarios para que tanto docentes como alumnos puedan comenzar a utilizarlos. También pretendemos avanzar en el uso de SonarQube para su integración con GitHub y con procesos de automatización del testing mediante Jenkins ([14]).

Referencias Bibliográficas

- [1] Moroni N., & Señas, P. *Estrategias para la enseñanza de la programación*. I Jornadas de Educación en Informática y TICs en Argentina. 2005.
- [2] Wong, W. E., Bertolino, A., Debroy, V., Mathur, A., Offutt, J., & Vouk, M. *Teaching software testing: Experiences, lessons learned and the path forward*. In 2011 24th IEEE-CS Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T) (pp. 530-534). IEEE. 2011.
- [3] Calatrava Arroyo, A., Ramos Montes, M., & Segrelles Quilis, J. D. *A Pilot Experience with Software Programming Environments as a Service for Teaching Activities*. Applied Sciences, 11(1), 341. 2011.
- [4] Elena García Barriocanal, Miguel-Ángel Sicilia Urbán, Ignacio Aedo Cuevas, and Paloma Díaz Pérez. *An experience in integrating automated unit testing practices in an introductory programming course*. SIGCSE Bull. 34(4) (pp. 125–128.) 2002.
- [5] Binder, R. *Testing object-oriented systems: models, patterns, and tools*. Addison-Wesley Professional. 2000.
- [6] Jorgensen, P. C. *Software testing: a craftsman's approach*. CRC press. 2018.
- [7] Garg, Mohit, and Mohit Garg. *Analysing The Quality Attributes of AOP using CYVIS Tool*. International Journal of Computers & Technology 4.2c2. 648-653. 2013.
- [8] Copeland, T. *PMD applied*. Vol. 10. Alexandria, Va, USA: Centennial Books, 2005.
- [9] Campbell, G. Ann, and Patroklos P. Papapetrou. *SonarQube in action*. Manning Publications Co., 2013.
- [10] Ebert, Christof, et al. *Cyclomatic complexity*. IEEE software 33.6. 27-29. 2016,
- [11] PMD Source Code Analyzer Project. Rule References. Java Rules. Category: Code Style, *OnlyOneReturn*, https://pmd.github.io/latest/pmd_rules_java_codestyle.html#onlyonereturn
- [12] SonarQube, Code Quality and Code Security. Java static code analysis, <https://rules.sonarsource.com/java>
- [13] Lieberherr, K. J., & Holland, I. M. *Assuring good style for object-oriented programs*. IEEE software, 6(5), 38-48. 1989.
- [14] Jenkins, Open source automation server. <https://www.jenkins.io/>

Evolución temática de publicaciones en español. Una estrategia posible para el diseño de situaciones didácticas.

Santiago Bianco¹

Laura Lanzarini²

Alejandra Zangara²

¹Grupo de Investigación en Sistemas de Información UNLa (GISI-UNLa)

²Instituto de Investigación en Informática LIDI (UNLP-CIC)

sabianco@unla.edu.ar, {laural, azangara}@lidiinfo.unlp.edu.ar

Resumen

La evolución temática es un tema relevante a la hora de procesar documentos de textos de un tema específico pero provenientes de distintas épocas de tiempo. Identificar los cambios en la terminología y la evolución en los temas de estudio resulta de sumo interés para disciplinas como la bibliometría y la cienciometría. En el caso de docentes y estudiantes, tanto el diseño y puesta a punto de clases como la preparación de actividades de investigación específicas (investigación en sitios de internet a través de Webquest, por ejemplo) implica la investigación cuidadosa y la recolección de información previamente por parte de los docentes.

Este trabajo detalla la metodología utilizada para analizar la totalidad de los artículos en español de la Revista *TE&ET* desde el momento de su creación en diciembre de 2006 y hasta la fecha, con el objetivo de observar focos temáticos junto con su evolución a lo largo de los años. Dicha metodología hace uso de estrategias pertenecientes a la Inteligencia de Datos combinadas con distintas técnicas de visualización que, si bien puede ser aplicada en distintos contextos, en este trabajo se focaliza en el análisis de la producción científica relacionada con Educación en Tecnología. Por lo tanto, como caso de estudio se analizarán artículos de una revista indexada correspondientes al dominio educativo con el objetivo de tener un panorama de los temas de interés tratados en dicha revista y cómo fueron cambiando a través de los

años. Esta herramienta podría ser un insumo para el diseño de propuestas didácticas que apelen a la investigación por parte de los estudiantes.

Palabras Clave: Mapeo de la ciencia, Análisis de co-palabras, Estudios bibliométricos, Evolución temática.

1. Introducción

El análisis de documentos de textos provenientes de contextos específicos es un tema de interés para distintas áreas tales como recuperación de información, clasificación de documentos, análisis bibliométricos y cienciométricos, entre otros.

Cuando se procesan documentos de textos escritos en períodos de tiempo diferentes, la evolución temática es un aspecto que debe tenerse en cuenta. Reconocer los cambios, que se han ido produciendo a lo largo del tiempo, en la denominación de los distintos tópicos dentro a una misma disciplina o área de discurso es una herramienta sumamente útil a la hora de querer aplicar estrategias pertenecientes a la Minería de Textos.

En particular, quienes deseen realizar una tarea de investigación, ya sean docentes o estudiantes, deberán efectuar una revisión del estado del arte correspondiente. En esta dirección, suele ser necesario identificar cuáles son los posibles temas de interés dentro de un dominio en particular. Este proceso de búsqueda bibliográfica generalmente consume mucho tiem-

po y si no se orienta correctamente puede conducir a bloqueos y frustración para el investigador. Sería interesante entonces contar con métodos y herramientas para simplificar la búsqueda y el análisis de bibliografía o publicaciones de cualquier tipo que faciliten estos procesos.

La Bibliometría se conoce como una disciplina capaz de describir un conjunto de publicaciones aplicando técnicas de análisis estadístico, identificando focos temáticos relevantes, redes de colaboración de autores, información sobre citas y demás. La Cienciometría es una subdisciplina de la Bibliometría que se enfoca particularmente en publicaciones científicas.

Generalmente, estos enfoques posibilitan análisis cuantitativos como por ejemplo una lista de autores más citados, instituciones que más publicaron, temas sobre los cuáles se escribió más, entre otros. Sería interesante, por lo tanto, poder realizar un análisis cualitativo más profundo en conjunto con los métodos tradicionales de Bibliometría, aplicando técnicas de Minería de Datos y de visualización como mapas temáticos.

Los mapas temáticos son una forma de representar diferentes temas tratados en un campo de una disciplina científica en un determinado momento en el tiempo. Distinto tipo de información bibliométrica puede ser usada para armar estos gráficos, siendo el análisis y la correlación entre palabras clave una de ellas.

De los mapas temáticos se deriva una técnica de análisis denominada evolución temática. La misma consiste en mostrar en una línea de tiempo la “evolución” de la relevancia de un tema en particular. Por ejemplo, se podría mostrar que en el 2010 hubo un foco temático dedicado a la investigación en Redes Neuronales y el mismo grupo de gente que trabajaba en ese tema fue inclinándose su investigación hacia otro distinto como puede ser la interpretabilidad de modelos de caja negra. La idea es mostrar que el primer tema mutó o evolucionó hacia el otro. Cabe destacar que en este contexto la palabra evolución denota cambio y transformación, y no necesariamente decir que “el Tema A evolucionó al Tema B” significa que el tema B es mejor en algún aspecto con respecto al Tema A.

En este contexto, se observa que si bien existen algunas herramientas que permiten estos análisis, muy pocas se encuentran disponibles para el lenguaje español y no son tan intuitivas como para que puedan ser usadas por usuarios no expertos en el área informática. Además, están orientadas a publicaciones científicas en inglés descargadas de portales tales como Web of Science o Scopus, con un formato en particular. Sería interesante poder extender estas herramientas para analizar la evolución temática en cualquier tipo de publicación y además en lenguaje español.

Teniendo en cuenta estos aspectos, este artículo detalla una metodología utilizada para analizar un conjunto de publicaciones en español provenientes de la Revista *TE&ET* desde sus comienzos en diciembre de 2006 hasta la fecha, con el objetivo de observar focos temáticos junto con su evolución entre estos años.

Es importante destacar que, si bien en este caso se procesarán artículos científicos, esta misma metodología puede utilizarse en otros contextos.

2. Metodología

A continuación se detalla el proceso utilizado para efectuar la evolución temática.

2.1. Recolección y preprocesamiento de los documentos

En este artículo se utilizaron documentos provenientes de la revista *TE&ET*. Esta revista fue seleccionada por abordar temáticas de interés para la investigación actual: tecnología aplicada en la educación y educación en tecnología. Además, contiene publicaciones en español y posee números publicados desde hace casi 15 años. Otro criterio no menor para su elección es el hecho de que utiliza el sistema Open Journal System (OJS) para sus números digitales, lo cual permite consultar todos los artículos disponibles de una manera sistemática y repetible, al estar soportadas sobre un mismo sistema estándar. OJS [5] es una solución

de código abierto para administrar y publicar revistas académicas en línea, que pueden reducir los costos de publicación en comparación con las publicaciones impresas y otros procesos de publicación. A diferencia de Scopus, Web of Science y demás, no es necesario contar con claves de acceso ni ningún otro tipo de autenticación para extraer información de la plataforma. Esto permite automatizar la extracción de todos los artículos de la revista a través de un script, que una vez implementado para *TE&ET*, puede fácilmente ser modificado para extraer los datos de cualquier revista que esté implementada sobre OJS.

En total, se identificaron finalmente 227 artículos de la revista a analizar. Para alcanzar este número se tuvieron en cuenta solamente las publicaciones en español con resúmenes disponibles para su extracción.

Los datos en bruto se descargan como texto sin formato. Los elementos clave, como el título, el año de publicación, el resumen y la dirección del autor se extraen automáticamente del sistema OJS, sin necesidad de acceder directamente al artículo completo. Las afiliaciones de los autores y los países se identifican a partir de las direcciones y meta-datos disponibles de los mismos. Las expresiones inconsistentes, caracteres especiales y ambigüedades se procesan posteriormente a la descarga y recopilación de los mismos, en otro script en Python separado. En este mismo se le da el formato final a las publicaciones para que puedan servir como entrada para los algoritmos que se utilizan en el análisis.

En cuanto al análisis temático, además de las palabras clave del autor y las KeyWords Plus también se incluyen las palabras clave del título y el resumen utilizando algoritmos de procesamiento del lenguaje natural basado en el análisis sintáctico de árboles: 1) Las formas singulares y plurales de todas las palabras clave de autor y KeyWords Plus se almacenan primero en una base de datos; 2) Las palabras clave del texto del título y del resumen se extraen automáticamente y por separado de la base de datos; 3) Se reemplazan los caracteres especiales y se generan n-gramas para que no se pierda el significa-

do de las palabras clave; 4) Todas las palabras clave se fusionan y se unifican como forma singular. Transformaciones tales como agrupar palabras clave que representan el mismo concepto o considerar algún peso en las palabras clave del autor, pueden mejorar los resultados del proceso.

2.2. Detección de temas de investigación

Para detectar los temas de investigación y/o los centros de interés que atraen la atención de los investigadores se utilizó la ocurrencia conjunta o co-ocurrencia de las palabras clave identificadas previamente [2]. Dicha co-ocurrencia se calcula como se indica en la ecuación 1 siendo c_{ij} la cantidad de documentos en los que ambas palabras aparecen juntas y c_i y c_j la cantidad de documentos en los que aparecen las palabras individualmente.

$$e_{ij} = \frac{c_{ij}}{c_i c_j} \quad (1)$$

Utilizando estos valores de co-ocurrencia, se aplicó el algoritmo de centros simples [4] para construir redes temáticas formadas de subgrupos de palabras clave con un fuerte vínculo y que corresponden a intereses o problemas de investigación de gran importancia en el ámbito académico.

Las redes detectadas pueden representarse utilizando las medidas de densidad y centralidad definidas en [1].

La centralidad mide el grado de interacción entre las redes. Su valor se calcula como se indica en la ecuación 2 siendo k una palabra clave perteneciente al tema y h una palabra clave perteneciente a otros temas. Representa la fuerza de los vínculos externos con otros temas y puede considerarse una medida de la importancia de un tema en el desarrollo de todo el campo de investigación analizado.

$$c = 10 \sum e_{kh} \quad (2)$$

La densidad mide la fuerza interna de la red y su valor se calcula como se indica en la ecuación 3 siendo i y j las palabras clave que per-

tenecen al tema y w el número de palabras clave del tema. La densidad mide la fuerza de los vínculos internos entre todas las palabras clave que describen el tema de investigación. Este valor puede entenderse como una medida del desarrollo del tema.

$$d = 100 \left(\sum e_{ij} / w \right) \quad (3)$$

Sobre la base de estas dos medidas, los temas de investigación pueden representarse en un diagrama estratégico bidimensional con cuatro cuadrantes, ordenados por centralidad y densidad. Por lo general, los temas del cuadrante superior derecho, conocidos como temas motores, están bien desarrollados y son importantes para estructurar un campo de investigación. Los temas del cuadrante superior izquierdo están bien desarrollados pero tienen una importancia marginal para el campo ya que presentan mucha interrelación entre sí pero poca con el resto de los temas en los otros cuadrantes. Los temas del cuadrante inferior izquierdo están débilmente relacionados y poco desarrollados, lo que indica que son campos emergentes o en declive, en vías de desaparición. Finalmente en el cuadrante inferior derecho se encuentran los temas que son relevantes para algunos campos de investigación pero están poco desarrollados. Este último contempla aquellos temas básicos, transversales y generales. Para más detalles sobre este tema, se recomienda revisar el artículo [3].

2.3. Evolución temática

Un área temática es un conjunto de temas que han evolucionado a lo largo de diferentes subperíodos (pequeños períodos de tiempo en los que se divide un intervalo mayor). Supongamos que T_t es el conjunto de temas detectados del subperíodo t , y que $U \in T_t$ denota cada tema detectado. Sea $V \in T_{t+1}$ cada tema detectado en el siguiente subperíodo $t+1$. Se considera que hay una evolución temática del tema U al tema V si hay palabras clave presentadas en ambas redes temáticas asociadas. Las palabras clave $k \in U \cap V$ se consideran un "nexo temático". Para ponderar la importancia de un nexo temático se utiliza

el índice de inclusión definido en [6] calculado según la ecuación 4. Cabe señalar que un tema puede pertenecer a un área temática diferente o no pertenecer a ninguna.

$$inclusion = \frac{\#(U \cap V)}{\min(\#U, \#V)} \quad (4)$$

En un mapa bibliométrico de la evolución temática, los rectángulos indican las áreas temáticas más relevantes encontradas teniendo en cuenta los límites establecidos por el conjunto de parámetros de los algoritmos empleados. El tamaño de dichos rectángulos y las líneas que los conectan dependen del índice de inclusión y el número de publicaciones asociadas a las áreas temáticas. La conexión entre dos áreas temáticas indica que hay palabras clave en los documentos que las vinculan a través de distintos subperíodos de tiempo. Si un tema de un subperíodo no tiene ningún vínculo con otro tema de un subperíodo posterior, se considera discontinuo, mientras que si hay un tema no relacionado con un subperíodo anterior se lo considera como un tema nuevo o emergente.

3. Resultados

En base a la aplicación de los pasos expuestos en las secciones anteriores, se obtuvieron distintas representaciones de la evolución temática de la revista *TE&ET*. Previo al análisis de los resultados finales, además de procesar los datos se debieron ajustar distintos parámetros en los algoritmos. Los valores de los parámetros usados en este caso de estudio pueden verse en la tabla 1.

Como resultado del análisis de la evolución temática se obtuvo el gráfico de la figura 2, junto con tres mapas temáticos correspondientes a cada subperíodo evaluado: 2006-2012, 2013-2016 y 2017-2020. En la figura 1 se muestra el mapa correspondiente al subperíodo 2013-2016, en el cual pueden observarse las siguientes agrupaciones:

- Temas motores: acceso abierto, redes sociales, simulación, web y TIC.

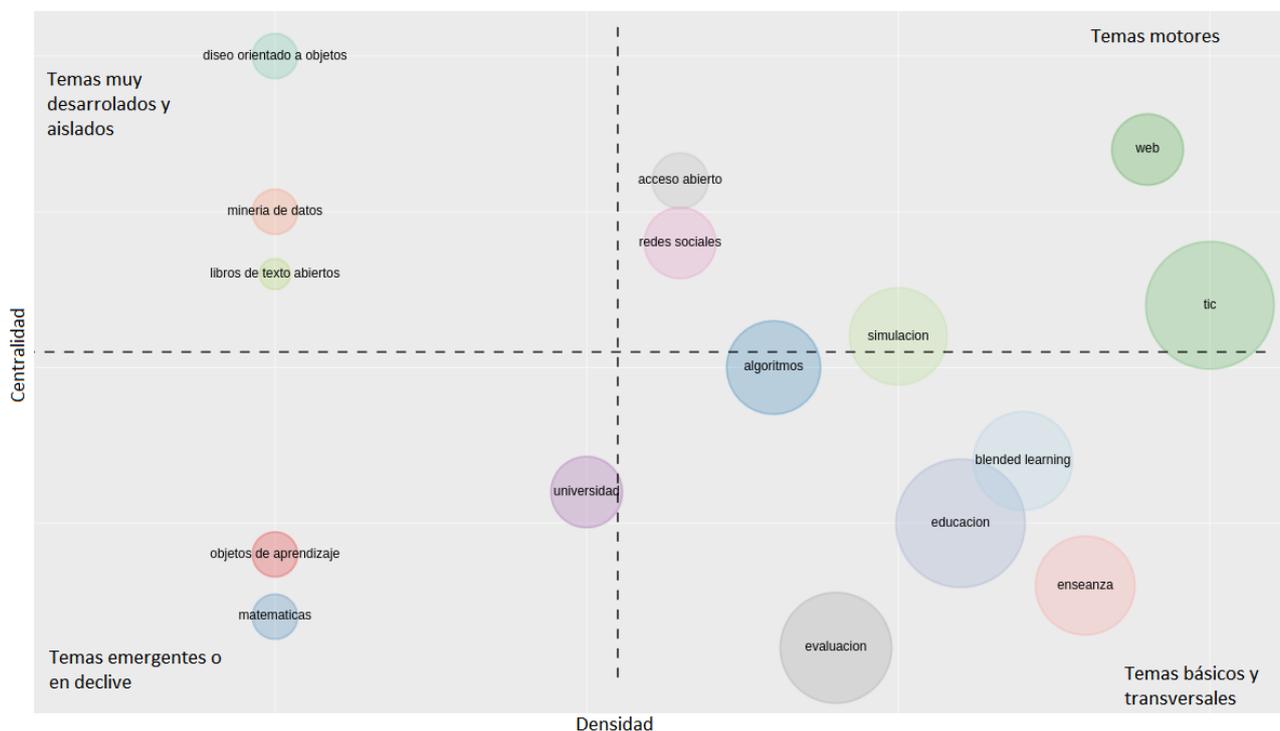


Figura 1: Mapa temático para la revista *TE&ET* en el subperíodo 2013-2016

Descripción del parámetro	Valor
Cantidad de palabras a usar en cada red temática	250
Frecuencia mínima de cada palabra para ser considerada en un cluster	20
Umbral de tamaño para el radio de los clusters	0.35

Tabla 1: Valores de los parámetros usados en el análisis

- Temas bien desarrollados pero aislados: diseño orientado a objetos, minería de datos y libros de texto.
- Temas emergentes o en declive: universidad, objetos de aprendizaje y matemáticas.
- Temas básicos y transversales: algoritmos, educación, blended learning, enseñanza y evaluación.

Teniendo en cuenta todos los mapas temáticos en el período y las relaciones entre ellos, se genera el análisis de la evolución temática.

Como se mencionó anteriormente, los gráficos que representan la evolución temática indican cómo el interés en un área en un determinado subperíodo de tiempo, puede volcarse hacia otra área temática en un subperíodo distinto. La figura 2 muestra la evolución de los temas detectada en los artículos analizados para el período 2006-2020. Allí puede observarse que las líneas que conectan los rectángulos representan este proceso de transformación, mientras que el grosor de las mismas indica el peso que tiene esa área temática en esa etapa de análisis. Por ejemplo, puede verse la aparición entre 2006 y 2016 de un área temática marcada como "webquest", la cual está conectada con el nodo "programación 2013-2016". Esto quiere decir que las personas o los grupos de investigación que en el primer período publicaron acerca de webquest o utilizando dicho término, por algún motivo comenzaron a usar el término programación en 2013 en sus trabajos.

Al igual que con los mapas temáticos, tener una perspectiva visual de la evolución temática de una disciplina científica ayuda a relevar el

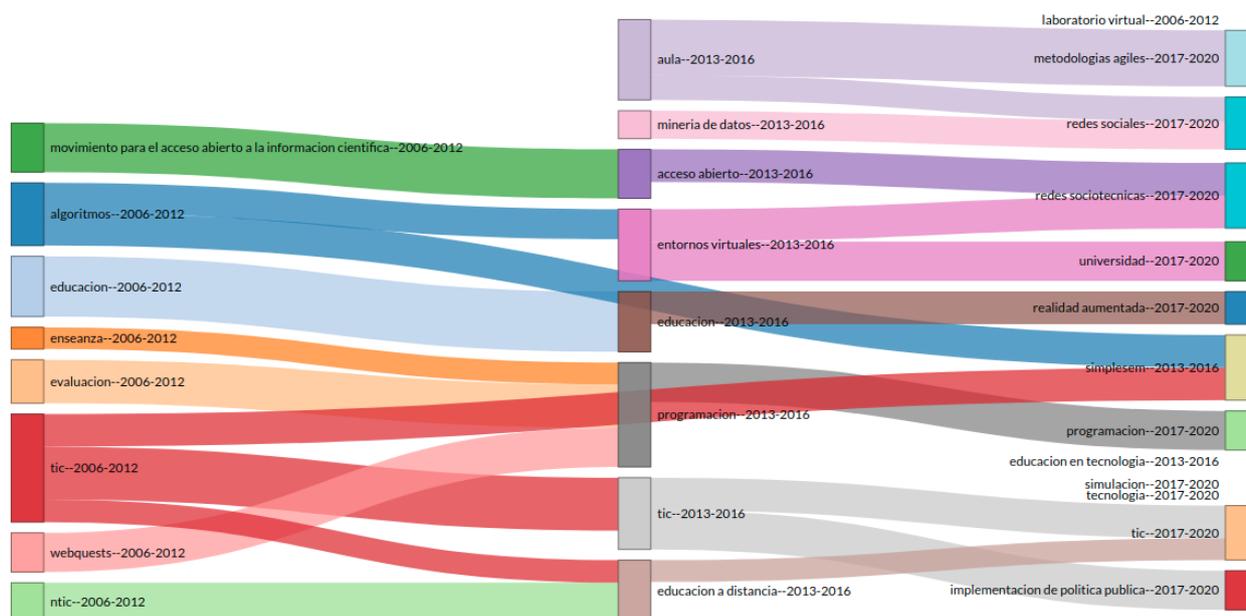


Figura 2: Resultados para el análisis de la evolución temática de la revista *TE&ET* en el período 2006-2020

cambio del estado del arte e identificar los posibles campos de investigación de interés en la actualidad. Nuevamente los resultados obtenidos y el propósito final de los mismos dependerá de la naturaleza de los textos que se estén analizando con la metodología. Puede aplicarse para analizar el contexto histórico de una disciplina en particular, orientar los inicios de una investigación científica o diseñar propuestas didácticas que apelen justamente a la investigación sobre un área temática en particular, por mencionar algunos ejemplos.

4. Conclusiones y líneas de trabajo futuras

En el presente artículo se describieron los conceptos de Bibliometría y Cientometría junto con una metodología de estudio de la evolución temática basada en el análisis de textos aplicable en diferentes contextos. Nuevamente cabe destacar que la utilidad de dicha metodología y los resultados que se puedan obtener son variables y dependerán de la naturaleza de los textos analizados. Es así como se puede utilizar la evolución temática como herramienta en contextos

muy diferentes tales como: el diseño propuestas didácticas que incluyan actividades de investigación en algún período de tiempo, el análisis de los temas discutidos en una red social ante determinado acontecimiento, la obtención de un resumen de la evolución del estado del arte de una disciplina, entre otros.

Particularmente en este trabajo el objetivo fue generar una descripción de los temas abordados durante todo el período de publicación de la revista *TE&ET* (2006 a 2020) y cómo fueron cambiando los focos de interés en la misma, para corroborar qué tan efectiva es la metodología propuesta en [3] para el análisis de textos en español. Durante el proceso se pudo verificar que, tras el procesamiento de los datos de entrada y el refinamiento de los parámetros de los algoritmos utilizados, se pueden conseguir resultados interesantes que permiten describir la evolución de distintos temas en un período de tiempo definido, independientemente del tipo de fuente de información. Es difícil, sin embargo, encontrar la mejor configuración de parámetros para un conjunto de datos sin contar con un experto en el área en la cuál se esté investigando. Se observó también que la aplicación de todo el proceso, desde la obtención de la información hasta

la evaluación de los resultados es difícil de realizar para alguien ajeno a las áreas de sistemas y estadística.

El proceso utilizado para el análisis de la evolución temática es prometedor y se detectaron distintas formas de extender este trabajo. A raíz de los resultados obtenidos y la experiencia realizada se espera a futuro trabajar en una metodología replicable para realizar este mismo análisis en cualquier dominio, la cual esté validada a través de la comparación de los resultados que se obtengan con un grupo de expertos. Sería interesante también poder facilitar la ejecución de dicha metodología a través de una herramienta accesible y sencilla para usuarios no expertos en informática o análisis de datos.

Estas dos líneas de trabajo futuras son complementarias y van a requerir, además, el diseño de dispositivos de evaluación tanto para los expertos que validen la metodología como para los posibles usuarios de la herramienta, de manera que se pueda verificar la eficiencia del proceso a desarrollar junto con su usabilidad.

Referencias

- [1] M. Callon, J.-P. Courtial, and F. Laville. Co-word analysis as a tool for describing the network of interactions between basic and technological research: The case of polymer chemistry. *22*:155–205, 1991.
- [2] M. Callon, J.-P. Courtial, W. A. Turner, and S. Bauin. From translations to problematic networks: An introduction to co-word analysis. *Social Science Information*, 22(2):191–235, 1983.
- [3] M. Cobo, A. López-Herrera, E. Herrera-Viedma, and F. Herrera. An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the Fuzzy Sets Theory field. *Journal of Informetrics*, 5(1):146–166, 2011.
- [4] N. Coulter, I. Monarch, and S. Konda. Software engineering as seen through its research literature: A study in co-word analysis. *Journal of the American Society for Information Science*, 49(13):1206–1223, 1998.
- [5] P. K. Project. Open journal system, 2001.
- [6] C. Sternitzke and I. Bergmann. Similarity measures for document mapping: A comparative study on the level of an individual scientist. *Scientometrics*, 78:113 – 130, 2009.

Herramientas de Microlearning: propuesta de implementación en el ámbito universitario

Claudia Alderete^{1,2}, Pablo Vera^{1,2}, Rocío Andrea Rodríguez^{1,2}

¹Universidad Abierta Interamericana, Facultad de Tecnología Informática. Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática. Buenos Aires, Argentina

²Universidad Nacional de La Matanza, Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas. Buenos Aires, Argentina.

claudiagabriela.alderete@uai.edu.ar , pablomartin.vera@uai.edu.ar;
rocioandrea.rodriguez@uai.edu.ar

Resumen

El concepto de Microlearning viene de la palabra “Micro”, “pequeño”, aprendizaje en contenidos mínimos, contenidos fragmentados e interconectados. Al realizar materiales con estas características se logra una importante flexibilidad y escalabilidad. Para que esto suceda deben tenerse en cuenta ciertas características para su cuidadoso diseño, desarrollo y realización, independientemente de las herramientas utilizadas para su confección. En este trabajo se abordarán y propondrán herramientas que hacen uso de la técnica denominada Microlearning para fortalecer habilidades específicas relacionadas con los contenidos de una materia de primer año en la Universidad para las Carreras de Ingeniería. Se muestran algunos ejemplos, así como también los resultados obtenidos de su implementación.

Palabras claves: Microlearning, M-Learning, U-learning, Minijuegos, FlashCards.

1. Introducción

En el contexto actual, donde la tecnología atraviesa todas las áreas y actividades en las que una persona puede transitar, y mucho más, luego de esta pandemia la cual ha transformado tanto la visión como el accionar de las actividades humanas se puede discernir en el potencial de las

tecnologías de la información y la comunicación y las bondades que ellas pueden aportar. Hoy en día se observa cómo las actividades han sido traspasadas y soportadas por las nuevas tecnologías, y cómo se han ido virtualizando a pasos agigantados. Se habla de home-office (trabajar desde casa o la oficina en casa), tienda virtual (ofrecer productos a través de internet), e-commerce (comercio electrónico), e-learning (aprendizaje electrónico), entre otras actividades que ya existían y se han potenciado. La escuela y la universidad también se han trasladado a ese espacio atemporal, donde existen muchas posibilidades que estaban esperando. Esta nueva realidad en la que muchas cosas cambiarán, otras se transformarán, será el puntapié para gestar otras nuevas; las TIC vienen a formar parte de un eje generador de soluciones y ocupan un rol protagonista. *“De una educación fundamentalmente presencial, el mundo, abierto ya a la enseñanza a través de medios digitales como algo innovador -que resuelve las grandes distancias y las diferencias de agendas de sus actores, entre otras ventajas-, ahora vive como cotidiana la educación digital” [1].*

Los estudiantes son en su mayoría nativos digitales, *“(…) una nueva generación de aprendices que no han tenido que acceder a las nuevas tecnologías, sino que han nacido con*

ellas y que se enfrentan al conocimiento desde postulados diferentes a los del pasado. (...)” [2] Están habituados a las redes sociales, las plataformas de video, el streaming, y otras herramientas utilizadas a través de la web, a través de las cuales proporcionan y consumen una inmensa cantidad de información, gráficos, videos, podcasts y otros instrumentos llamativos. Así es que surge la pregunta: ¿Cómo ir a lo concreto, lo esencial, cuando se quiere mostrar algo para que otra persona se conecte con ese contenido? ¿Cómo motivar para que el aprendizaje sea algo más cercano a lo natural y cotidiano?

Observando las posibilidades y teniendo en cuenta que cuando se está ante un problema o situación es necesario en ocasiones para su buen entendimiento, fraccionarlo o disgregarlo en pequeñas partes que tengan sentido propio, es que se proponen las herramientas de microlearning. Estas pequeñas construcciones al ser breves permiten evitar “*la curva de olvido*” [3]. Puede el estudiante repetirlo cuantas veces quiera y en cualquier dispositivo, permitiendo la asimilación de contenidos a largo plazo [4].

Esta es la razón por la que se puede hablar de pequeños trozos, fragmentos o cápsulas de información que al unirse unas con otras van armando un rompecabezas y generando nueva información.

En este artículo se plantea la importancia de aplicar la estrategia de microlearning en una materia específica de la Universidad Nacional de la Matanza, lo cual es parte del trabajo de tesis de la Maestría en Tecnología Educativa de la Universidad Abierta Interamericana. La materia seleccionada fue Fundamentos de Tecnología de la Información y las Comunicaciones que pertenece al Ciclo General de Conocimientos

Básicos para todas las ingenierías de la Universidad Nacional de La Matanza, prepara a los alumnos en temas relacionados con las TIC (Tecnologías de la Información y comunicación), los cuales serán las bases para temas a desarrollarse en otras materias en los años subsiguientes. La diversidad de temas teóricos y prácticos específicos permite abordar un enfoque de recursos variados para mejorar el proceso de aprendizaje haciendo uso de microlearning.

En cuanto a la metodología de trabajo, los temas se abordan de forma teórica y la parte práctica se desarrolla a modo de ejercicios durante la clase, donde se realizan algunos ejercicios como modelo. La instancia de acreditación de la materia consiste en preguntas teórico-prácticas, algunas multiple-choice y ejercicios a desarrollar. Durante el 2020, a consecuencia de la pandemia y la cuarentena, la materia se ha dictado una plataforma propia de la Universidad, denominada MIeL (Materias Interactivas en línea). Esta plataforma cuenta con diversos recursos entre ellos: mensajería, chat, módulo de evaluaciones, foros, etc. Por medio de los foros se interactúa en forma asincrónica con los alumnos y se agrega como soporte la plataforma para video conferencias Microsoft TEAMS. En la plataforma TEAMS los docentes imparten las clases de distintas formas, explicando en diapositivas, haciendo uso de la pizarra virtual para la escritura de texto, notas o motivando a los alumnos a escribir sus conclusiones y/o resoluciones de forma colaborativa, utilizando videos y luego realizando ejercicios en grupo. En relación con el programa de la asignatura, es extenso y comprende una gran cantidad de temas, algunos resultan complejos para los alumnos que recién ingresan a la carrera y no tienen una orientación técnica realizada.

En este contexto dinámico e incierto es necesario ir avanzando en el crecimiento de ciertas habilidades y competencias más allá de las requeridas por la materia y la carrera que sigan los estudiantes. Además, es sabido que los alumnos tienen un tiempo de maduración en relación con los contenidos de la materia y cada uno tiene un ritmo de aprendizaje diferente.

La utilización de Microlearning hace que la adquisición de conocimientos sea mucho más natural, cotidiana, flexible en cuanto a tiempos y escalable respecto de su consumo (ya que los contenidos se pueden ir sumándose unos con otros). Además, pueden implementarse en varios escenarios, planteados en la sección 4 del presente artículo.

La propuesta es implementar ciertas estrategias de Microlearning basadas en tecnologías de la información y la comunicación, que puedan ser accesibles desde un móvil, una PC o cualquier dispositivo conectado a internet. Todas las herramientas en las que se han realizado los materiales de Microlearning son de uso gratuito tanto para los docentes como para los alumnos.

2. Características del Microlearning

En la figura 1 se presentan las características que son necesarias para la implementación de contenidos de microlearning.

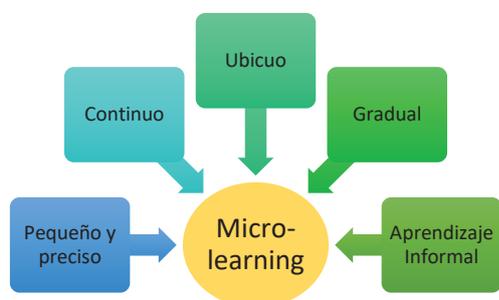


Figura 1. características de Microlearning

- Pequeño y preciso hace referencia a lo micro.
- Continuo que puede repetirse.
- Ubicuo se puede utilizar en diferentes contextos.
- Gradual de lo simple a lo complejo.
- Aprendizaje Informal, en general está asociado al aprendizaje no formal.

Además de las características citadas, la concepción en que los aprendices puedan gestionar su propio aprendizaje en diferentes contextos, cuantas veces lo necesiten y a su propio ritmo, hace que tengan una mayor apropiación, independencia, flexibilidad y dinamismo. Como así también un mayor acercamiento a lo que se conoce como “Aprendizaje a lo largo de la vida” [5] y [6].

3. Trabajos Relacionados

Existen diversos artículos recientes que hacen referencia a microlearning y la importancia que ha cobrado este concepto en estos tiempos [7]. De la gran cantidad de artículos académicos existentes es propio mencionar algunas implementaciones de microlearning en distintas áreas. Por una parte para la enseñanza en el ámbito universitario en algunas universidades lo plantean a nivel institucional o de carrera, como es el caso de la Universidad de Santiago de Chile [8] para un diseño curricular de la carrera de Ingeniería Mecánica. Otras publicaciones lo plantean para alguna materia específica por ejemplo el artículo de la Universidad de Ostrava (República Checa), para una materia de Arquitectura y Sistemas Operativos [9]. Pero no sólo se restringe al ámbito universitario, el microlearning abarca todos los niveles educativos. A modo de ejemplo se toman dos publicaciones de universidades de España por un lado la

Universidad de Coruña, en donde participaron alumnos de grado educación inicial para enseñanza en laboratorio de ciencia [10], por otra parte docentes de la Universidad de Murcia que aplicaron microlearning en enseñanza de música en secundaria [11],).

Otra aplicación es en cursos de formación y perfeccionamiento docente, experiencias publicadas en Universidades e Institutos universitarios de España [12] , [13], Israel [14], Perú [15] [16], entre otros.

En menor medida se encuentran publicaciones de aplicación de microlerning en la capacitación de empleados. Google utiliza microlearning en sus pequeños cursos “Whisper Courses” (cursos de susurro), implementado en correos electrónicos con una sugerencia a modo de “susurro” para que un gerente los pruebe. Más aun, esta empresa ha creado un sitio con material de microlearning [17].

Estos son tan solos algunos artículos que evidencian el alcance de microlearning.

4. Propuesta de Implementación de Microlearning

La implementación de estrategias de microlearning se genera a partir de la utilización ó construcción de diversos recursos los cuales pueden ser de distintas características. Cada uno de estos recursos permite ser implementado en distintos escenarios:

- **Como disparador o para romper el hielo:** como ser el caso de Memes, historietas, mensajes push o contenido en un reels o en el feed de Instagram.
- **Presentación o explicación de un tema:** en un espacio corto de tiempo, como pueden ser los videos, ó Flash cards.

- **Contenidos prácticos:** implementados a través de minijuegos.
- **Repaso de temas:** en Mapas mentales, Infografías, materiales audiovisuales en Instagram, memes educativos, historietas o viñetas, minijuegos e incluso las tarjetas de aprendizaje.

Los materiales realizados al ser breves pueden ser consumidos en breves espacios de tiempo, al estar digitalizados se pueden utilizar en cualquier dispositivo y estar a la mano solo con un enlace. Son audiovisuales, disruptivos, adecuables en cualquier nivel educativo, pero al ser implementados en el ámbito universitario suele ser innovador y ameno para el estudiante.

Mini juegos	Flash cards	Infografías
Mapas mentales	Mensaje Push	Videos
Redes sociales: Instagram	Memes educativos	historietas o viñetas

Figura 1. Recursos propuestos de Microlearning

A continuación, se muestran algunas de las herramientas y a modo de ejemplo en qué situación se propone la utilización.

4.1. Recursos Implementados

En esta propuesta de implementación de recursos de microlearning se decidieron implementar los siguientes recursos: Mini juegos, Flash Card, Mapas Mentales, Contenidos breves en Redes

Sociales (Instagram), Memes educativos (chistes académicos por medio de instagram)

4.1.1. Mini-juegos

"Los mini-juegos brindan una forma rápida y entretenida para afianzar o repasar los conocimientos impartidos durante la clase. Esta modalidad permite que el alumno no necesite dedicar mucho tiempo en forma consecutiva, sino que pueda hacerlo en sus ratos libres, desde cualquier lado, viajando en el colectivo o en una cola esperando a realizar algún trámite por ejemplo." [18] Se presentan primeramente soluciones que han sido construidas específicamente para la materia:

- **Crucigrama Interactivo:** Este juego es un crucigrama interactivo implementado en un archivo HTML. Al tener este formato puede enviarse por correo o subir a cualquier plataforma de e-learning. Al ingresar una opción, se puede verificar su respuesta, obteniendo una devolución si hay letras erróneas las cuales se eliminan quedando solo las correctas. Se puede realizar varias veces, siendo una excelente forma de poder aprender cual sería el término correcto mientras lo resuelve. A modo de ejemplo en la figura 3 se muestra un crucigrama implementado utilizando la herramienta Hot Potatoes [19].

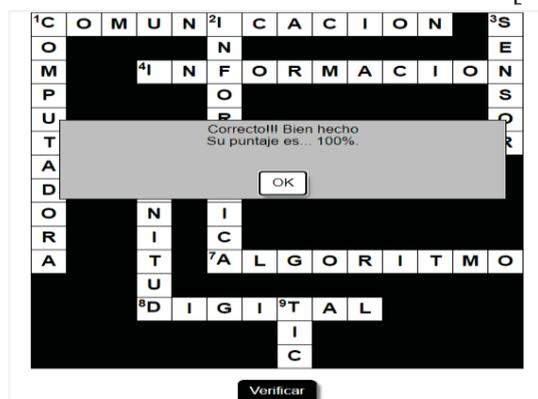


Figura 3. Crucigrama para repaso de conceptos

Los materiales producidos se exponen en tableros virtuales a modo de portfolio. Los cuales pueden ser accedidos desde un PADLET [20] (ver figura 4), para repasar en el momento que se desee, pero también son referenciados por medio de los foros de la plataforma MIEL en el momento en que se están abordando los temas.

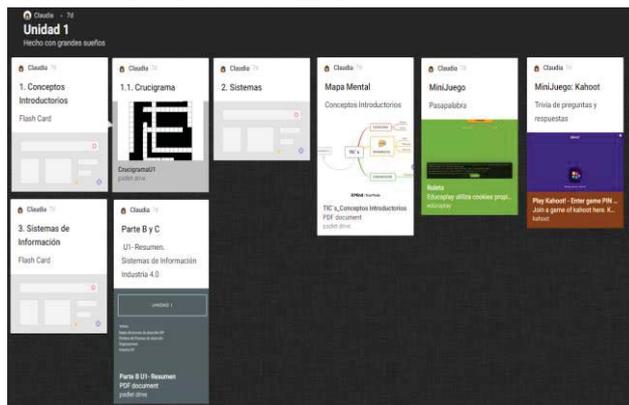


Figura 4. Portfolio de recursos de microlerning exhibido en PADLET

- **Ruleta:** Para cada pregunta deberá escribirse una palabra que empieza o contiene la letra seleccionada. Da la opción de saltar la pregunta. Va otorgando puntaje. En la figura 5 se muestra el funcionamiento. Fue realizado con la herramienta Educaplay [21]



Figura 5. Ruleta de términos

- **Breakout:** Juego interactivo similar al juego “escape room” (escapar de la habitación). Donde a través de misiones se debe ir resolviendo pistas (las cuales serán ejercicios propuestos con resolución). A medida que se realicen con éxito las misiones se irán habilitando las otras misiones a modo de nivel, hasta llegar a la última instancia del juego donde deberá escribir el código obtenido para poder quedar en libertad o salir de algún lugar (ver figura 6, pantalla de presentación).

El juego fue implementado utilizando la herramienta Genially [22]



Figura 6. Minijuego de resolución por medio de pistas

- **Trivia de Preguntas y respuestas:** Juego de preguntas y respuestas donde puede ser configurable el tiempo de cada respuesta y el puntaje. En el momento de responder va dando la devolución si la opción elegida fue correcta o incorrecta. De esta forma el aprendiz va aprendiendo mientras juega. De forma sincrónica mientras van jugando desde una computadora o un móvil se puede ver el resultado obtenido para cada jugador. Se puede descargar las puntuaciones del juego en un Excel. Esto fue implementado usando Kahoot [23], ver figura 7



Figura 7. Trivia de Preguntas

Por otra parte, existen minijuegos disponibles que sirven de soporte al entendimiento de un tema concreto por ejemplo manejo del sistema de numeración binario para poder representar rápidamente números decimales en binario. Es importante que sean gratuitos, fáciles de utilizar, que tengan el enfoque que se le da la materia en temas que puedan tener distintos enfoques. A modo de ejemplo se muestra en la figura 8 el juego “Unos y Ceros” [24].

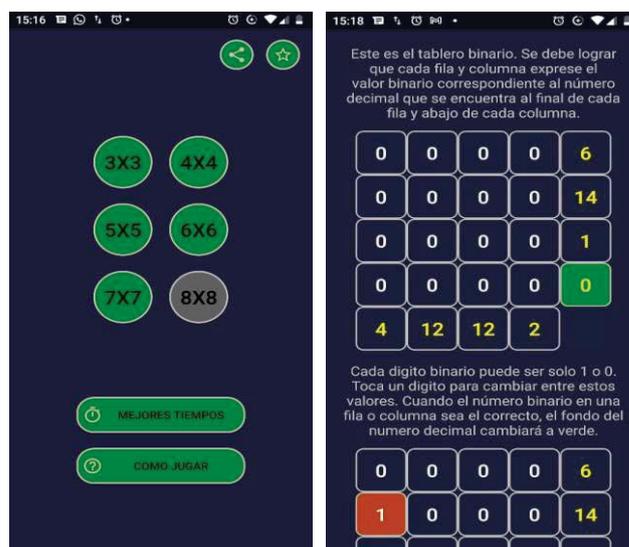


Figura 8. Minijuego para mejorar el manejo del sistema de numeración binario

4.1.2. Flash Cards

Las flashcards son tarjetas utilizadas para la memorización de contenido. Se espera que éstas sean muy visuales, llamativas y con poco texto. Pueden contener imágenes, símbolos y todo aquello que ayude a la memorización y apropiación del contenido a estudiar. También son conocidas como tarjetas didácticas.

En la figura 9, se exhiben unas tarjetas de aprendizaje realizadas para un tema de la materia “Postulados de un Algebra de Boole”, donde cada tarjeta expone un postulado. Estas tarjetas fueron construidas utilizando Genially [22].

En cambio, en el ejemplo presentado en la figura 10 se han realizado tarjetas con otro software (Quizlet [25]) en el cual se pueden escribir a modo respuesta la definición del concepto, combinar la parte delantera con el reverso de la tarjeta a modo de repaso del tema (cabe aclarar que se ha utilizado para conceptos donde no se requieran imágenes, la versión gratuita no lo permite.)



Figura 9. Frente y reverso de la FlashCard

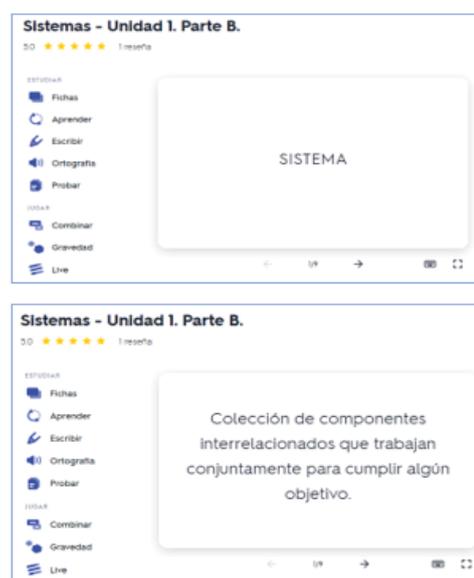


Figura 10. Frente y reverso de FlahsCard de sólo texto

4.1.3. Mapas Mentales

Los mapas mentales son prácticos para poder interrelacionar conceptos, así como identificar métodos o procesos que son aplicables en cada caso, muchas veces estos mapas mentales pueden ser construidos por los docentes a modo de síntesis de un tema, pero también se pueden plantear como práctica grupal en donde los alumnos construyan su propio mapa mental de determinados conceptos o procedimientos.

Estos mapas mentales “(...) pueden usarse para mostrar relaciones significativas entre los conceptos enseñados en una sola clase, en una unidad de estudio o en un curso entero. Son representaciones concisas de las estructuras conceptuales que están siendo enseñadas y como tal, probablemente facilitan el aprendizaje de esas estructuras” [26].

Existen diversas herramientas para la construcción de mapas mentales se ha optado por Coggle [27].

4.1.4. Redes Sociales

"La construcción de grupos, la conexión inmediata o el sistema descentralizado que mantienen las redes sociales han facilitado la creación natural de una inteligencia colectiva" [28].

Se ha elegido la red social Instagram, por su característica de contenidos breves y dinámicos. Usada de forma masiva por los adolescentes. En la red social se cargan contenidos en las historias para repasar algo breve como una frase de un concepto principal, cuestionarios pequeños e incluso algún meme o chiste académico sobre los contenidos de la materia.

Las redes sociales contribuyen a (...) *"un aprendizaje continuo fruto de la colaboración y la cooperación. Sistemas que son independientes, personalizados y, a la vez, tremendamente diversos"* [28].

En la figura 11 se presenta una encuesta con preguntas publicadas en una historia



Figura 11. Encuesta a modo de preguntas y respuestas en una Historia publicada.

4.5. Resultados Obtenidos

Como estrategia se realizó la implementación de estos recursos de microlearning en un curso de la materia, cabe destacar que el uso de los mismos no es obligatorio, sino que se presenta como un

complemento a los materiales ya existentes en la cátedra (guías teóricas, guías prácticas, orientadores, videos.). Se realizó una breve encuesta a todos los estudiantes del curso, al finalizar la cursada obteniendo por resultado 41 encuestados (se muestra en la figura 12 un resumen de los resultados arrojados).

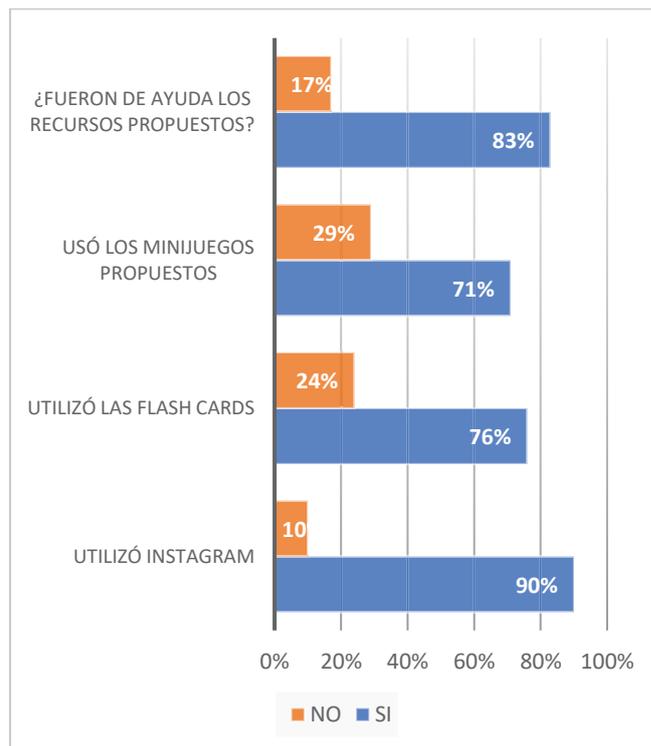


Figura 12. Resultado de encuesta

La mayor parte de los alumnos conocía la existencia de estos recursos de microlearning y los había utilizado, puede observarse en las primeras dos barras de la figura 12 que un 83% de los alumnos indicó que los recursos propuestos fueron de ayuda al momento de estudiar o repasar conceptos. Del mismo modo la mayor parte de los estudiantes había usado los minijuegos propuestos (71%). Porcentajes similares se dan en el uso de las flashcards (76%). Cabe destacar que el porcentaje se incrementa cuando se trata de la utilización del instagram implementado para el curso.

Uno de los últimos recursos implementados para este curso de prueba ha sido la cuenta de Instagram en donde mediante las historias de Instagram fue posible conseguir un acercamiento de los alumnos de un modo más distendido. En la figura 15 se muestra la cantidad de estudiantes que realizaron un breve cuestionario presentado como historia de Instagram, cabe aclarar que todos los presentes de ese día en la clase habían ingresado previamente a Instagram y completado el cuestionario (esto fue verificado luego de recepcionar las encuestas contra el listado de asistencias de dicha clase).

Como puede observarse todos los recursos son utilizados por la mayoría de los estudiantes, destacándose el acceso a Instagram.

5. Conclusiones

Se han creado e implementado recursos variados como propuestas de Microlearning para que el aprendizaje de los alumnos sea más efectivo, asertivo y ameno.

Los estudiantes han utilizado los recursos propuestos, los cuales han tenido una excelente aceptación. Esto se ve reflejado en las encuestas realizadas a los estudiantes que los utilizaron aún no siendo un recurso obligatorio.

Este tipo de recursos son totalmente adaptables para otras materias y en otros niveles académicos. Pueden ser utilizadas tanto en el aprendizaje presencial, semi presencial (Blending learning) o virtual. Y pone de manifiesto que el aprendizaje puede ser divertido y percibido de forma natural.

Bibliografía

- [1] Gutierrez-Moreno, A. (2020). Educación en tiempos de crisis sanitaria: pandemia y educación.
- [2] Marchesi, A. (2008). Preámbulo. In *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo. La educación que queremos para la generación de los bicentenarios*.
- [3] Ebbinghaus, H. (1913). *Memory: A contribution to experimental psychology* (H. A. Ruger & C. E. Bussenius, Trans.).
- [4] Trinaldo S.& Mendizabal V. & Gonzalez Rosada, M. (2017). *Experiencias reales de aprendizaje personalizado, rápido y ubicuo*. Digital, La Plata.
- [5] Belando-Montoro, M. (2017). *Aprendizaje a lo largo de la vida. Concepto y componentes*. Revista Iberoamericana De Educación, 75. doi:10.35362/rie7501255
- [6] UNESCO. (2016). *Declaración de Incheon y Marco de Acción. Para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4*. UNESCO.
- [7] Corbeil, J. R., Khan, B. H., & Corbeil, M. E. (Eds.). (2021). *Microlearning in the Digital Age: The Design and Delivery of Learning in Snippets*. Routledge.
- [8] Avagliano, A. R., & Vega, S. A. (2013). *Mejora del Proceso de Enseñanza y Aprendizaje en la Carrera de Ingeniería de Ejecución Mecánica: Diseño Micro-curricular Basado en Resultados de Aprendizaje*. Formación universitaria.
- [9] Polasek, R., & Javorcik, T. (2019, July). *Results of pilot study into the application of MicroLearning in teaching the subject Computer Architecture and Operating System Basics*. In *2019 International Symposium on Educational Technology (ISET)* (pp. 196-201). IEEE.
- [10] Dulsat-Ortiz, C. (2019). *Microenseñanza en el laboratorio de ciencias para el alumnado del*

- grado de educación infantil. Revista científica, (36), 367-380.
- [11] Palazón Herrera, J. (2015). Aprendizaje móvil basado en microcontenidos como apoyo a la interpretación instrumental en el aula de música en secundaria. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 46, 119-136.
- [12] León, A. N., & Santiago, P. R. (2013). Microenseñanza una técnica para motivar el enseñar y aprender investigando. *Perspectivas docentes*, (52), 23-31.
- [13] Torrente Javier., et al. (2011) “Proactive: fomentando la creatividad de los profesores a través del aprendizaje basado en juegos - Una guía para Profesores”. Proyecto Europeo LLP (en línea).
- [14] Peleberg, A. R. Y. E. (1970). Microenseñanza: un innovador procedimiento de laboratorio para mejorar la enseñanza y el entrenamiento de profesores. Traducción del original publicado en *Unesco's Bulletin Prospects in Education*, 1(3).
- [15] Watson, R. (2007). La microenseñanza en la UPC. *RIDU*, 3(1), 5.
- [16] Toro Mejía, G. G. (2017). La microenseñanza y el desempeño de las estudiantes de la especialidad de tecnología del vestido en la práctica docente continua de la Facultad de Tecnología de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, 2013.
- [17] Whisper Courses de Google. Página web: <https://www.thinkwithgoogle.com/>
- [18] Vera, P. M., Moreno, E. J., & Rodríguez, R. A. Los Mini-Juegos como herramienta para reforzar conceptos de programación en el ámbito Universitario. Provincia de Buenos Aires, sf.
- [19] Hot Potatoes versión 7. Fecha de último acceso 09 de Abril del 2021. Disponible en: <https://hotpot.uvic.ca/>
- [20] Padlet. Fecha de último acceso 13 de Abril del 2021. Disponible en: <https://es.padlet.com/>
- [21] Educapley. Fecha de último acceso 12 de Abril del 2021. Disponible en: <https://es.educaplay.com/>
- [22] Genially. Fecha de último acceso 11 de Abril del 2021. Disponible en: <https://www.genial.ly/>
- [23] Kahoot. Fecha de último acceso 01 de Abril del 2021. Disponible en: <http://www.kahoot.com/>
- [24] Unos y Ceros - Aprender binario, Puzzle matemático. Fecha de último acceso 17 de Abril del 2021. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.curso.puzlebinario>
- [25] Quizlet. Fecha de último acceso 25 de Marzo del 2021. Disponible en: <http://www.quizlet.com/>
- [26] Moreira, M. A. (2005). Mapas conceptuales y aprendizaje significativo. *Revista Chilena de Educación en Ciencias*, 4(2), 38-44
- [27] Coggle. Fecha de último acceso 14 de Abril del 2021. Disponible en: <https://coggle.it/>
- [28] GARCÍA SANS, A. (2008). «Las redes sociales como herramientas para el aprendizaje colaborativo: una experiencia con Facebook». En: *Actas del XIII Congreso Internacional en Tecnologías para la Educación y el Conocimiento: la Web 2.0*. Madrid: UNED.

Herramientas de Realidad Aumentada para la conceptualización del límite de una función en un punto.

Avila, Mario Ubaldo - Crespo, Luis Fernando

Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Salta (CIUNSA)

Facultad de Ciencias Exactas – Universidad Nacional de Salta

marioavila390@exa.unsa.edu.ar – luis.crespo@exa.unsa.edu.ar

Resumen

La propuesta, trabaja sobre la conceptualización del límite de una función en un punto, observando los distintos registros de representación. Se recurren al diseño de actividades en las que se utilizan recursos de Realidad Aumentada (RA), diseñados por los docentes, que aportan a la visualización del concepto, empleando distintos registros de representación.

Para el diseño de las experiencias de RA, se elige la aplicación Metaverse y se complementa con el uso de PhotoMath. La selección de los recursos, se realiza de forma tal que los mismos resulten flexibles, desde el punto de vista técnico. También se tiene en cuenta la flexibilidad en torno al acceso, pues las experiencias creadas son accesibles en cualquier dispositivo móvil, sin mayores dificultades y/o requerimientos técnicos.

Se pretende trabajar en la conceptualización del tema, en forma colaborativa y social, integrando recursos que aporten a la aprehensión del mismo.

Se desea que la propuesta, sea generadora de otras más superadoras, y que aporten a la formación integral del profesorado. Esto para generar una perspectiva curricular que apueste a la alfabetización digital de los nuevos formadores, que deben actuar en una era que está atravesada por pantallas.

Palabras Clave: Realidad Aumentada; Formación del Profesorado; Límite de una función; Enseñanza de la Matemática.

1. Introducción

El concepto de límite de una función en un punto es uno de los más ásperos y complejos de la matemática. Epistemológicamente su construcción formal llegó recién en el siglo XIX, en los trabajos de Cauchy y Weierstrass, siendo que la idea intuitiva estuvo presente ya en el método de exhaustivo de Eudoxo, en los tiempos de la matemática griega. Esta complejidad se pone de manifiesto también en el ámbito áulico, cuando deseamos comunicar el concepto de límite en una situación de enseñanza y aprendizaje.

Debe destacarse la importancia del concepto de límite de una función, por su carácter cimentador en el estudio del cálculo en una variable. El mismo permite definir otras construcciones más complejas, y en la práctica, permite explicar formalmente comportamientos funcionales, que antes podían verse sólo mediante ideas intuitivas: asíntotas de funciones, derivabilidad, crecimiento, convergencia, entre otros.

El estudio del cálculo infinitesimal en una variable debe encuadrarse dentro de lo que se denomina Pensamiento Matemático Avanzado (PMA). El PMA es una teoría cognitiva que busca describir la naturaleza del conocimiento matemático, como así también

los procesos cognitivos que emplea el estudiante durante su etapa de aprendizaje, teoría que ha sido desarrollada por Tall y Dreyfus como afirma Valdivé y Garbin (2008). El proceso de aprendizaje del concepto de límite, puede caracterizarse como un proceso de transición del pensamiento, en el cual el estudiante debe pasar de “descubrir un fenómeno” a “definir un concepto”, de “tratar de convencer sobre un asunto” a “demostrar o refutar analíticamente una proposición”. Para acompañar este proceso de transición, es importante que el docente diseñe situaciones de enseñanza y aprendizaje, nutridas de momentos de acción para el estudiante, donde las actividades de visualización, argumentación, abstracción, formalización, interpretación y representación, propias de la matemática, cumplen un rol fundamental.

La incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en las propuestas de enseñanza, han impactado en el desarrollo de metodologías innovadoras desde el punto de vista didáctico. En esta propuesta, se plantea trabajar sobre la definición de límite, tomando como base fundamental la interpretación de las condiciones ϵ -delta que presenta la misma. Esto se realiza con la implementación de herramientas de Realidad Aumentada (RA) a través de las aplicaciones Metaverse y Photomath, las cuales funcionarán como generadoras de nueva información, que se diseñará con el software GeoGebra.

La idea es mediar el proceso de aprendizaje tradicional, caracterizado por ser de cálculo, con herramientas de visualización e interacción como las que proponemos, de modo que las mismas estén al alcance de la mano a través de un código QR. El uso de estas herramientas, no sustituye el proceso de razonamiento, sino que lo potencia. Además, permite trabajar sobre el proceso de alfabetización digital, y sobre valores como la colaboración y la cooperación, tan importantes en la formación profesional.

2. Fundamentación

En el proyecto de investigación N° 2635, dependiente del Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Salta (CIUNSA), nos proponemos indagar en los tipos de representaciones que utilizan los estudiantes de las carreras Profesorado y Licenciatura en Matemática (que se dictan en Facultad de Ciencias Exactas de dicha universidad), en la conceptualización del límite de una función de variable real, en un punto de acumulación de su dominio. Esto a fin de trazar líneas de acción que nos lleven a diseñar propuestas de enseñanza, que involucren tales representaciones, a través de la producción de materiales digitales que coadyuven el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Duval (2012) afirma que los objetos matemáticos no son claramente accesibles a la percepción, como sí sucede en otros campos y es por ello que resulta necesario representarlos. Blázquez (citado en Pons Tomás, 2014) afirma que el uso de diferentes registros de representación, puede mejorar la comprensión del concepto. En particular, para la conceptualización del límite de una función, identificamos los siguientes registros de representación: a) Simbólica (presente en la notación que se utiliza, en los procesos de cálculo y en la propia definición ϵ -delta); b) Gráfica (puede ser estática o bien dinámica, y aporta significativamente al proceso de visualización); c) Numérica (presente en el uso de tabla de valores para aproximar las imágenes de la función, o bien en el error de “reemplazar c ” para evaluar el límite cuando x tiende a “ c ”); Verbal o Escrita (la cual se manifiesta en los argumentos, explicaciones e interpretación que se elaboran ya sea de gráficos, de implicaciones o de resultados).

En los tiempos actuales, en los que la virtualidad ha atravesado todos los ámbitos de nuestro quehacer, la mediación de los procesos de enseñanza y aprendizaje, y sobre todo

aquellos en los que se requiere trabajar sobre distintos tipos de representaciones, para la visualización de los conceptos, debe acompañarse con tecnologías digitales. En particular, pensamos que el uso de herramientas de Realidad Aumentada (RA), permite cumplir muchos de los objetivos y principios de la tecnología aplicada a la educación en general, y a la educación matemática en particular.

La RA permite añadir información, generada por un dispositivo, a la información que tomamos del mundo real. Según Blázquez Sevilla (2017), la RA es aquella información adicional (aumentada) que se obtiene de la observación de un entorno (mundo real), captada a través de la cámara de un dispositivo que previamente tiene instalado un software específico. Se pueden identificar los elementos que son necesarios para el acceso a esta información: a) Un dispositivo con cámara; b) un Software específico que nos permita acceder a esa información adicional (experiencia de RA); c) un activador de la información, conocido como “trigger”, el cual puede ser una imagen, un marcador, un sensor, un código, entre otros.

El uso y la aplicación de estas herramientas en el ámbito educativo, supone una oportunidad para superar algunas limitaciones educativas, como lo son el acceso a dispositivos y equipamientos costosos para las instituciones, o que son insuficientes, por la cantidad de estudiantes. También permite trabajar más allá de las limitaciones físicas y temporales del aula tradicional, extendiendo los espacios y momentos de aprendizajes de los alumnos, permitiendo el acceso a nuevas experiencias de observación y análisis. (Cubillo Arribas et al, 2014).

La incorporación de la RA en los contextos educativos toma una mayor importancia debido a las ventajas que tiene esta tecnología en la formación académica de

los estudiantes. Facilita la asimilación de conceptos complejos, al poder trabajarlos desde distintos aspectos y puntos de vista, lo cual permite contextualizarlos por medio de la información añadida. Emplear estas herramientas en el proceso de enseñanza-aprendizaje permite trabajar en la motivación y la colaboración entre los alumnos, ya que se brinda un espacio de reflexión, análisis, comparación y argumentación con el otro. Dadas las posibilidades de acceso a la información, las herramientas de RA favorecen el aprendizaje ubicuo, al convertir cualquier entorno, en un entorno de aprendizaje (Cabero y Barroso, 2016)

Desde el punto de vista pragmático, la inclusión de este tipo de tecnología, nos permite diseñar y favorecer metodologías de construcción de conocimientos, ya que los alumnos son los encargados de gestionar la nueva información a la que se tiene acceso, administrando sus momentos de aprendizajes, en compañía de sus pares y del docente. No es menos importante mencionar que en la actualidad la mayoría de las aplicaciones educativas de RA son gratuitas (o tienen una versión gratuita, con la que se puede trabajar en diversos aspectos), esto garantiza accesibilidad y gratuidad, principios básicos de la educación democratizadora de nuestra era.

3. Herramientas para la creación de experiencias de RA

La propuesta que se presenta, trabaja sobre la conceptualización del Límite de una función en un punto, observando los distintos registros de representación. Se recurren a herramientas de RA, para establecer canales que propicien el análisis y la reflexión, apoyados de la visualización de los conceptos.

Se utiliza Metaverse Studio para la creación de las experiencias de RA (disponible en <https://studio.gometa.io>), la aplicación Metaverse para lectura de códigos QR que

permiten el acceso a las mismas, junto con Photomath y GeoGebra. Todo esto, se vincula en una guía de estudio, de carácter teórico-práctico, para un curso de cálculo de una variable, destinado a la formación de formadores en matemática.

La elección de los recursos de RA, se debe a la flexibilidad técnica que ofrece Metaverse Studio, para crear las experiencias de RA, dada su interfaz sencilla e intuitiva. Se pueden incluir textos, GIF, imágenes, audios, links, imágenes 360°, botones de navegación, entre otras opciones.

A esto se suma, que la aplicación de lectura y acceso a las experiencias creadas se puede instalar de manera gratuita, en cualquier dispositivo móvil con Android 4.4, iOS 9.3 y posteriores. La misma se encuentra disponible en el store del teléfono, requiriendo solamente de 29 MB de la memoria del mismo. (https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gometa.metaverse&hl=es_AR&gl=US)

En la Fig. 1, se visualiza una experiencia creada con Metaverse Studio, en la que se observan algunos de los elementos antes descritos. Mediante una escena inicial, en la que se presenta la situación a trabajar, con botones interactivos que favorecen la transición entre escenas y recursos incorporados, el usuario puede interactuar con la experiencia creada. La misma, constituye una previsualización, en la que se pueden evaluar las funciones de navegación, calidad de los recursos integrados y la organización general de lo que verá el usuario, en la pantalla de su dispositivo, cuando acceda a la experiencia.

En la misma imagen se observan algunas de las herramientas de edición que propone Metaverse Studio, como son el estilo de background, tipología de botones y la organización general de las escenas. En la escena inicial se pueden definir y modificar las transiciones entre las otras escenas y/o

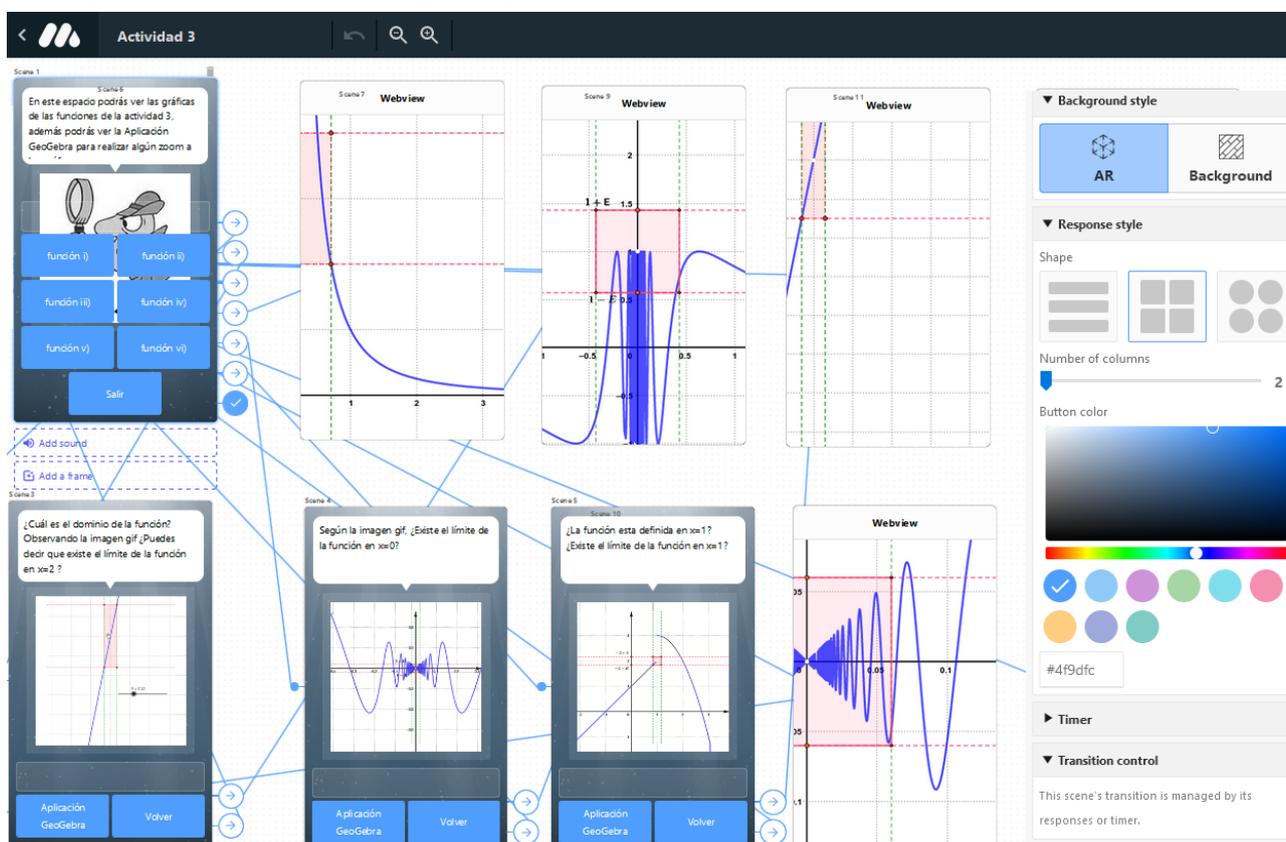


Fig. 1 Experiencia creada con Metaverse

recursos integrados, definiendo de ese modo la navegación a través de la aplicación creada. Como se puede visualizar, esta herramienta permite además añadir audios explicativos a cada escena. Los mismos pueden ser grabados durante la edición de la experiencia, accediendo a la opción “add sound” en la propia aplicación o bien ser incrustados a las escenas a partir de archivos externos; permitiendo compartirlos o no en una comunidad de usuarios de la aplicación.

Debemos decir que, al trabajar en la creación de estas experiencias, estamos adquiriendo herramientas y destrezas que aportan a nuestra propia alfabetización digital. Las mismas tienen que ver con adquirir competencias en el uso de nuevos lenguajes, que pueden ayudar a configurar una buena navegación por toda la experiencia. No menos importantes son las referidas a la producción de materiales digitales que se pueden incluir en la experiencia: audios, videos, creación de applet con software de visualización, GIF, entre otros. Todo esto aporta a la profesionalización del docente en el uso de estos recursos.



<https://mtvrs.io/MotionlessEducatedPangolin>

Fig.2 Código QR para el acceso a una experiencia

Finalizado el proceso de creación, el cual no es definitivo, las experiencias se publican mediante la generación de código QR, con su correspondiente enlace (Fig.2). Esto hace posible, que se pueda acceder a las mismas mediante la aplicación móvil Metaverse. Dicha aplicación, genera un historial de experiencias a las que se puede acceder en cualquier

momento, mientras se cuente con el permiso del creador de las mismas.

De acuerdo a la clasificación que brindan algunos autores, el trabajo con los códigos QR corresponden al nivel más básico de RA, pues los códigos funcionan como hiperenlaces de la nueva información que se añade. Más allá de esto, consideramos que la elección de Metaverse brinda una dinámica propia, que nos permite visualizar, crear y añadir contenido, que luego puede ser distribuido. Como usuarios/creadores de recursos, esta flexibilidad, nos permite superar las limitaciones técnicas, que pueden suponer programar en un lenguaje específico una aplicación de RA.

Con respecto a los otros recursos integrados en la propuesta, la aplicación PhotoMath utiliza marcadores naturales, como una ecuación o un límite para calcular, y a partir de la foto tomada (con teléfono o Tablet) genera la solución, a la par que ofrece instrucciones paso a paso del proceso de resolución que se utilizará. Incorporar esta aplicación de cálculo, favorece que nuestro trabajo se base en la interpretación y aprehensión de conceptos y no de métodos algebraicos de resolución. Por último, sabemos que GeoGebra se ha convertido en la actualidad en una herramienta potente en la enseñanza y aprendizaje de la Matemática en todos los niveles educativos. Su dinamismo y funcionalidad convierte cualquier clase en atractiva, dinámica e incluso colaborativa, en función de las actividades diseñadas. Además, las continuas actualizaciones y mejoras del programa constituyen una motivación continua para seguir profundizando en las posibilidades que ofrece.

Basándonos en lo expresado, se diseñaron actividades en las que se utilizan recursos de RA, que aportan a la visualización del concepto de límite de una función en un punto, empleando distintos registros de

representación. Se considera oportuno incluir los recursos de RA diseñados, para acompañar el proceso de conceptualización inicial, pues será el punto de partida para los nuevos conceptos derivados.

En las actividades, que aquí se ejemplifican, se invita al análisis y elaboración de argumentos que nos lleven a demostrar o refutar proposiciones referidas a la existencia del límite. En la búsqueda de los ejemplos o contraejemplos, se pretende explorar la definición épsilon-delta, como su negación (para explicar cuando existe y cuando no el límite). Se pretende que los estudiantes confronten los distintos registros de representación que emplean, en la búsqueda del valor límite de una función. Esto se realiza mediante la inspección de imágenes en una tabla de valores (registro numérico), continuando con la inspección gráfica, a través de GIF (registro gráfico) y llegan luego al cálculo con PhotoMath (registro algebraico).



Fig. 3. Análisis de la existencia de límite con GIF y audio en Metaverse

En Fig. 3, se visualiza una experiencia de RA, donde se propone analizar la existencia del límite de una función, a través de imágenes GIF, audios explicativos y construcciones realizadas con GeoGebra. Se accede a ella, escaneando el código QR correspondiente, que se presenta en la consigna de trabajo.

También se plantea trabajar el cálculo de límites, pero recurriendo a la argumentación, mediante la interpretación geométrica del concepto. Nuevamente, el acceso a la experiencia de RA, sirve como medio de análisis, reflexión y elaboración de argumentos, tendientes a explicar tanto la existencia como la no existencia del límite. También se accede a construcciones interactivas, en las que se puede proponer un valor del límite, y mediante la manipulación de deslizadores, decidir si se cumple o no la definición épsilon-delta.

4. Análisis de la propuesta y reflexiones.

En el diseño de la propuesta de trabajo que presentamos, se tuvieron en cuenta algunas variables que son importantes señalar. Teniendo en cuenta la primera hipótesis de investigación: es necesario presentar a los estudiantes funciones que los lleven a confrontar las actividades que usualmente se realizan con los distintos registros de representación. Por ese motivo, se eligieron convenientemente, funciones que pueden “engañar” y nos pueden llevar a elaborar conclusiones no válidas, si no se recurre al planteo epistemológico de la definición de límite para argumentar un resultado.

En la Fig. 4, se observa el planteo de una actividad, en la que se propone analizar la existencia del límite de una función, a partir de la exploración de una tabla de valores. Este tipo de actividad, es la primera herramienta de aproximación a la definición, que utiliza la gran mayoría de textos dedicados a la

enseñanza del tema. Lo que se propone aquí es ampliar este análisis preliminar, para “añadir información” a nuestro contexto real, mediante

los datos de la tabla de valores, podríamos concluir que el límite que pide es nulo, pero si recurrimos al análisis gráfico, mediante la

Actividad 2. Representaciones que nos ayudan a intuir el valor del límite de una función.

Dados los siguientes límites

i. $\lim_{x \rightarrow 0} f(x)$, con $f(x) = \begin{cases} x - 2 & x \leq 0 \\ e^x - 3 & x > 0 \end{cases}$

ii. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\text{sen}(x)}{x}$

iii. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2 - \cos(x)}{10000}$

iv. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{x^2 + 100} - 10}{x^2}$

a. Indagar sobre la existencia o no de los mismos, a partir del análisis de la tabla de valores.

x	-0.5	-0.1	-0.01	-0.001	-0.0001	...	0.0001	0.001	0.01	0.1	0.5
$f(x)$...					

b. Confrontar los resultados y conclusiones a partir del análisis gráfico de las funciones.
¿Se cumplen en todos los casos las condiciones que establece la definición? Para ello escanear el código QR con Metaverse.



c. Accediendo a la construcción en GeoGebra para las distintas funciones:

- Aplicar Zoom para ampliar la gráfica en entornos de $x = 0$.
- Hacer uso de la herramienta Inspección de Funciones  para visualizar la tabla de valores.
- ¿Cuál es el valor del límite de la función, si este existe? Calcularlo.

d. Debatir y socializar las conclusiones obtenidas.

Fig. 4 Ejemplo de una actividad con la incorporación de una experiencia de RA

la exploración de una experiencia de RA. En ella, se propone cambiar de registro de representación, pasando de uno netamente numérico a uno gráfico y algebraico.

Las experiencias de RA que se diseñan tienen el objetivo de proponer nuevas perspectivas de análisis para la resolución de la situación problemática. Por ejemplo, al analizar el límite iv) de la actividad (Fig.4), se pone en evidencia la importancia de complementar los registros numéricos, gráfico y algebraico, para poder concluir sobre el valor de dicho límite. Así, si nos quedamos solo con

experiencia de RA, podemos visualizar que el límite es distinto de cero. Finalmente, podemos determinar su valor mediante el cálculo del mismo.

En todo el desarrollo de la propuesta, se apuesta a la construcción conceptual en forma colaborativa y social, la cual está mediada con los recursos propuestos. Esto se puede realizar con variadas estrategias metodológicas, que apuesten al debate, a la confrontación, la búsqueda de soluciones, las cuáles no describiremos, pues serían parte de otro trabajo. Pero si debemos decir, que de ellas

depende el éxito del recurso y el logro de los objetivos de aprendizaje que haya propuesto el docente. Es importante decir esto, para desmitificar las posturas clásicas, que afirman que la inclusión de este tipo de recursos deja de lado el desarrollo de los aspectos conceptuales en la clase de matemática, y para no generar la falsa expectativa, de que la sola inclusión, es la panacea de los problemas educativos de nuestros estudiantes. En todo momento los recursos que proponemos son el medio, a partir del cual se pretende potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje, para lograr la conceptualización del tema. Para ello se parte del desarrollo intuitivo, que se apunala con distintos esquemas de representación, dotando de un contexto al problema que se aborda. (Parra Rozo & Díaz Pérez, 2014)

En la formación de educadores en matemática, consideramos, que la inclusión de este tipo de herramientas, no debe ser sólo a los fines de dotar de un halo de modernidad a la clase, más en los contextos actuales. Es de suma importancia que este cambio, se acompañe de una perspectiva curricular, que desmitifique el carácter abstracto y exacto de esta ciencia, como único camino de formación. Esta perspectiva curricular, nos debe llevar a pensar que la inclusión de tecnologías digitales, debe formar parte del diseño de metodología de enseñanza-aprendizaje, que apuesten a un proceso de alfabetización digital de docentes y estudiantes, en una era en la que todos estamos atravesados por pantallas.

5. Conclusiones

Como ocurre con cualquier medio o recursos que se incorpore a la situación de enseñanza y aprendizaje, el éxito de estas herramientas de RA depende exclusivamente del Diseño Instruccional que proponga el docente. Es decir, de cómo planifique la situación de enseñanza-aprendizaje, de modo que la combinación de los medios, la

metodología y las actividades de los alumnos, nos lleven a cumplir los objetivos educativos propuestos.

La selección de los recursos, se realiza de forma tal que los mismos resulten flexibles, desde el punto de vista técnico, a fin de que su incorporación en el aula, no signifiquen un problema tecnológico para docentes y alumnos. También se tuvo en cuenta la flexibilidad en torno al acceso, pues las experiencias creadas son accesibles mediante una aplicación que puede ser instalada en cualquier dispositivo móvil, sin mayores dificultades y/o requerimientos técnicos.

Desde el punto de vista metodológico, las actividades interactivas que se plantearon en torno a estas herramientas de RA, motivan a los estudiantes y les permite desarrollar destrezas en torno a la conceptualización del límite de una función en un punto. En particular, trabajar este tipo de metodología en la formación de formadores, coadyuva a la capacitación integral del profesorado, en competencias que tiene que ver, no solo con lo académico, sino también con aspectos tecnológicos y pedagógicos.

Consideramos que las experiencias creadas, cumplen algunas de las premisas que menciona Blázquez, A. (2017) cuando caracteriza a las aplicaciones de RA orientadas a la educación, ya que proporciona un aprendizaje claro y conciso; el docente es capaz de introducir nueva información de un modo simple y efectivo; proporciona un entorno de interacción sencilla entre el profesor y el estudiante; y el proceso tecnológico es flexible.

Nos queda pendiente, para futuras investigaciones, analizar cómo estas herramientas pueden impactar en el proceso evaluativo. Esto desde el punto de vista de la formación integral y de su rol como instrumento de evaluación. Está claro, que

estamos frente a un paradigma superador en torno a la enseñanza de la matemática, que se basa en la contextualización, la conceptualización, la visualización, argumentación, entre otros, dejando de lado los enfoques tradicionalmente estructuralistas.

Latinoamericana de Matemática Educativa, Relime, 11(3): 413-450.

6. Referencias Bibliográficas

Blázquez Sevilla, A. (2017). *Realidad aumentada en Educación*. Obtenido de Gabinete de Tele Educación del Vicerrectorado de Servicios Tecnológicos de la Universidad Politécnica de Madrid: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/>

Cabero Almenara, J., & Barroso Osuna, J. M. (2016). Posibilidades educativas de la Realidad Aumentada. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 5(1).46-52.

Cubillo Arribas, J., Martín Gutiérrez, S., Castro Gil, M., & Colmenar Santos, A. (2014). Recursos digitales autónomos mediante realidad aumentada. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 17(2),241-274.

Duval, R. (2012). Quelles théories et quelles méthodes pour les recherches sur l'enseignement des mathématiques. *Praxis educativa*, 7 (2).

Parra Rozo, O., & Díaz Pérez, V. (2014). Didáctica de las matemáticas y tecnologías de la información y la comunicación. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 60-81.

Pons Tomàs, J. (2014). Análisis de la comprensión en estudiantes de bachillerato del concepto del límite de una función en un punto. Universidad de Alicante.

Valdivé, C., & Garbin, S. (2008). Estudio de los Esquemas Conceptuales Epistemológicos Asociados a la Evolución histórica de la Noción de Infinitesimal. *Revista*

Impacto del COVID-19 en la enseñanza personalizada

Delia Esther Benchoff^{1,2} Francisco Ángel José Lizarralde^{1,2}

Constanza Raquel Huapaya¹ Andrea Lilian Aguiar² Marcela Paula González²

¹ *Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Mar del Plata, Av. J.B. Justo 4302, Mar del Plata, Argentina*

² *Instituto de Psicología Básica, Aplicada y Tecnología (IPSIBAT) - Facultad de Psicología - Universidad Nacional de Mar del Plata y CONICET, Funes 3280 - Cuerpo 5 Nivel 3, Mar del Plata, Argentina*

ebenchoff@fi.mdp.edu.ar, flizarra@fi.mdp.edu.ar, huapaya@fi.mdp.edu.ar, alaguiar@mdp.edu.ar, mpgonza@mdp.edu.ar

Resumen

La pandemia del COVID-19 cambió la vida en el mundo entero. Un fenómeno notable se ha presentado en los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVAs), al circunscribirse la virtualidad como única modalidad de enseñanza. En época pre-pandemia, los itinerarios de aprendizaje personalizados abarcaban un conjunto de actividades, cuya finalidad era asistir al estudiante en el logro de sus objetivos en un entorno acotado tecnológicamente. El COVID-19 provocó el uso masivo de las redes, y de manera súbita, docentes y estudiantes se sumergieron en diversas plataformas virtuales. Este trabajo presenta dos experiencias de asignaturas presenciales en carreras de Ingeniería (UNMDP), con AVAs como complemento de la presencialidad, que debieron modificar su propuesta pedagógica y, en particular la evaluación. Se analizan diversas fuentes de información recabadas desde el AVA en el 2020. Se observó que varios parámetros de la enseñanza personalizada tuvieron que adecuarse, por un lado, a partir de la dificultad de capturar los estilos de aprendizaje de los estudiantes y por otro, debido a la dificultad de procesar la gran cantidad de datos generados en la plataforma, impactando en las decisiones metodológicas, a fin de mantener, en lo posible, la calidad de la personalización.

Palabras clave: AVA, personalización, evaluación, COVID-19.

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 este contexto, los parámetros de la personalización son las variables usadas 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.

Durante la pandemia, el súbito incremento de la carga de trabajo docente, redujo las posibilidades de construcción de variedad de itinerarios alternativos de aprendizaje, para profundizar la personalización y adaptación en el AVA. La imposibilidad de actualización de los perfiles de estudiantes, (i. e. la captura del perfil de estilos de aprendizaje), dificultó el diseño de nuevas recomendaciones, en vista de la mejora en la personalización y adaptación. La gran cantidad de datos generados por la actividad en la plataforma que no pudo ser procesado en el momento, (i.e. las estadísticas sobre la dificultad o no de los temas evaluados, disponibles junto a las calificaciones de cada

estudiante), habrían aportado conocimiento para la aplicación de nuevas recomendaciones, logrando nuevos itinerarios.

Este artículo describe los cambios en la modalidad metodológica de enseñanza personalizada, y analiza las modificaciones generadas en los itinerarios de aprendizaje de los estudiantes, durante la pandemia, respecto de la implementada anteriormente. Las experiencias refieren a dos asignaturas de carreras de Ingeniería; disímiles en cuanto al diseño pedagógico previo al 2020, respecto de la personalización del aprendizaje.

Experiencia 1: Análisis Numérico para Ingeniería

La asignatura Análisis Numérico para Ingeniería se imparte para cinco especialidades diferentes de Ingeniería. (*Ingeniería Química – Ingeniería en Alimentos – Ingeniería en Materiales – Ingeniería Mecánica e Ingeniería Informática*). Esto conlleva a tener un grupo muy heterogéneo de estudiantes, no sólo en cuanto a su especialidad sino también en cuanto a su edad y nivel de avance en la carrera, ya que de acuerdo al plan de estudios de cada carrera, en algunas especialidades la asignatura se encuentra en el 4º cuatrimestre, en otras en el 6º cuatrimestre, y en otras, según su régimen de pre-correlativas es posible cursarla casi al final de la carrera.

Antes del establecimiento de la cuarentena, si bien se había creado la estructura básica de la asignatura en el Campus de la Facultad de Ingeniería, con el LMS Moodle, en su mayor parte se utilizaba como un repositorio de contenidos, y en cierta medida, como un complemento de la instrucción de las clases presenciales [3].

Estrategia implementada inicialmente

El pasaje de las clases presenciales a la modalidad exclusivamente virtual se produjo a

dos semanas de comenzadas las clases presenciales del primer cuatrimestre. Por este motivo, fue necesario repensar la estructura existente en el AVA, teniendo especial cuidado en evitar un cambio abrupto de modalidad, que pudiera influir en forma negativa en el proceso de aprendizaje de los alumnos, que ya venían cursando en forma presencial. Para ello, se incorporó un conjunto de nuevas estrategias que permitieron aprovechar las funcionalidades de seguimiento de la actividad de los estudiantes, así como también, las herramientas de comunicación, evaluación y colaboración [4]. Por otro lado, se mantuvo el esquema de clases teóricas y clases prácticas conservando los mismos días y horarios establecidos previamente, para no interferir con las clases y actividades de otras asignaturas. Inicialmente se utilizó Big Blue Button como plataforma de videoconferencia para brindar estas clases, por su buena integración dentro de Moodle, ya que funciona bastante bien con una cantidad reducida de alumnos. Además, se incorporó mayor variedad de contenidos en forma digital, tales como nuevas explicaciones y ejercicios resueltos y se reforzó la atención de consultas a través de los respectivos Foros [5].

Si bien habitualmente, durante el primer cuatrimestre, la cantidad de inscriptos es de alrededor de 45 alumnos, esta cantidad aumenta aproximadamente a 120 alumnos durante el segundo cuatrimestre. Por lo tanto, para lograr un seguimiento más personalizado de los estudiantes, se los dividió en 5 grupos, con un docente a cargo. Esto permitió que cada grupo tuviera un referente a quién acudir en primera instancia, y que el docente a cargo pudiera dedicarse principalmente a atender las consultas de un grupo mucho más reducido de estudiantes.

Diagnóstico de la situación

Si bien en la asignatura en cuestión, los alumnos utilizan normalmente computadoras para resolver los ejercicios y programar los algoritmos, esto no significa que dispongan de las mismas en todo momento o que cuenten con la conectividad necesaria para una modalidad completamente virtual. Por este motivo, al finalizar la primera guía de trabajos prácticos, se realizó una encuesta para relevar el nivel de dificultades técnicas y operativas que se les presentaban a los alumnos con la finalidad de tomar las acciones necesarias.

Afortunadamente, la mayoría contaba con equipos portátiles (*laptop*) (92%) y con un aceptable grado de conectividad en su domicilio (96%). Sin embargo, cuando se consultó a los estudiantes sobre las dificultades encontradas a la hora de completar los ejercicios de las guías de trabajos prácticos, un 8% reportó problemas de hardware y un 21% de software. Algunos de estos inconvenientes son habituales, ya que la mayoría de los alumnos suelen estar acostumbrados a utilizar el Sistema Operativo Windows™, y como el software utilizado en la asignatura es Software Libre, que por lo general corre sobre plataformas GNU/Linux, esto a veces agrega un nivel de dificultad en cuanto a los procesos de instalación necesarios. Este inconveniente, que se solucionaba fácilmente en las clases presenciales al disponer físicamente del equipo, se transformó en un problema debido a la dificultad para diagnosticar a distancia el origen de la falla, únicamente con la información transmitida por el alumno. Finalmente, para evitar este obstáculo, se optó por utilizar versiones multiplataforma de los programas necesarios, para que cada alumno pudiera instalar y ejecutar el software requerido, en cualquier Sistema Operativo.

Evaluación del aprendizaje

En referencia a los exámenes, el principal desafío fue cómo evaluar los conocimientos y habilidades adquiridas por los alumnos, a pesar de las limitaciones que suele imponer la virtualidad. En este sentido, el objetivo fue evaluar la habilidad de los alumnos para resolver numéricamente problemas de Ingeniería, y a la vez identificar qué conocimientos teóricos subyacentes los llevaron a tomar ciertas decisiones. Así como también, determinar el nivel de conocimientos y destreza en programación que tienen los alumnos para implementar y/o modificar los algoritmos de los diferentes métodos numéricos. Para esto, se optó por evaluar por medio de múltiples exámenes teórico-prácticos, en modalidad asincrónica, integrando diferentes variantes del recurso cuestionario. Es decir, para evitar que un examen fuera demasiado extenso, se dividieron los contenidos en tres instancias para cada uno de los dos exámenes parciales. Además, se confeccionaron diferentes exámenes para cada grupo, con preguntas aleatorias dentro del examen de un mismo grupo. Por último, si bien el tiempo asignado para la resolución de cada examen era de 60 minutos, éste podía rendirse dentro de una ventana de 24 horas. De esta forma, se evitó que los alumnos tuvieran que conectarse a una hora específica, lo cual, además de no sobrecargar al servidor del Campus, permitía al alumno mayor libertad en cuanto al manejo de su tiempo. Los cuestionarios integraban preguntas con diferentes modalidades: opciones múltiples, problemas con respuesta numérica y de tipo ensayo, en los que los alumnos debían fundamentar ciertos aspectos teóricos del problema, escribir código y/o enviar gráficos de los resultados obtenidos. En definitiva, se trató de encontrar la forma de obtener una evaluación lo más completa posible dentro de las limitaciones de recursos existentes.

La última instancia de evaluación consistió en un trabajo final integrador realizado en grupos de 3 o 4 estudiantes. Cada grupo propuso un tema de su interés en el cual aplicar los métodos numéricos vistos en el cuatrimestre, recibiendo el asesoramiento de un docente asignado. Una vez finalizado el trabajo, cada grupo hizo una presentación *on-line* brindando una introducción al tema elegido, cuáles fueron los resultados obtenidos, y fundamentalmente, la exposición de las dificultades encontradas y las soluciones aplicadas.

En el segundo cuatrimestre del 2020, debido a la mayor cantidad de estudiantes, y en base a la experiencia recabada en esta primera etapa se realizaron algunos ajustes sobre la base de este esquema.

Evaluación de los resultados

Las decisiones adoptadas, aunque en un contexto de urgencia, sirvieron para obtener la experiencia necesaria para ajustar algunos aspectos, principalmente para la cursada del segundo cuatrimestre. Si bien, la división en grupos reducidos permitió un mejor seguimiento y personalización del aprendizaje de los alumnos, también demandó una mayor exigencia por parte del equipo docente. La transformación de un único examen de tres horas, en tres instancias de una hora, a rendir en diferentes días, con una ventana de tiempo para responder, en lugar de hacerlo en una fecha y hora única, dio muy buenos resultados. Posteriormente se observó que una ventana de tiempo a 8 horas era suficiente. Como era de esperar, la participación en los Foros aumentó considerablemente con respecto a la presencialidad. Esto permitió detectar algunas de las principales dificultades de los alumnos. Uno de los principales obstáculos está relacionado con los escasos conocimientos previos de programación que poseen los alumnos, salvo aquellos que cursan Ingeniería Informática. Esta carencia les dificulta

sobremanera la implementación de los métodos numéricos para resolver los problemas de la asignatura. El aprendizaje de la programación, si bien requiere de una práctica individual por parte del estudiante, se facilita enormemente si éste cuenta con un modelo inicial en el cual basarse.

Además, se observó y se confirmó posteriormente mediante una encuesta, que la preferencia de los estudiantes, en cuanto al formato de los contenidos era: a) Videos; b) Transparencias; c) Apuntes; d) Libros, en ese orden, es decir, se evidencia un estilo de aprendizaje predominantemente visual. Por lo tanto, durante el segundo cuatrimestre, se crearon varios videos, que se encuentran disponibles en Youtube, en los que se explica cómo programar en forma incremental [6]. Es decir, el primer video inicia con un ejemplo muy simple, y en los siguientes videos, se retoma lo desarrollado anteriormente y se realizan modificaciones para optimizar el código y/o agregar nueva funcionalidad, hasta obtener un programa más general y eficiente. En este sentido, los videos solucionaron en cierta medida, la dificultad de una comunicación más interactiva con los estudiantes, debido a las limitaciones de ancho de banda, potencia de los servidores y disponibilidad horaria.

El significativo incremento de la matrícula durante el 2° cuatrimestre, condujo a realizar algunos ajustes, tales como: duplicar la cantidad de clases teóricas y prácticas semanales, acotar la elección de los temas para los trabajos finales; establecer un cupo máximo de grupos por tema, de forma tal de balancearlos; y realizar la evaluación de los mismos en varios días, para que pudieran exponer los casi 30 grupos que llegaron a esta instancia.

La experiencia generada durante la cursada precedente, así como los resultados de las

evaluaciones diagnósticas y las encuestas realizadas, permitió realizar las adecuaciones necesarias para conservar un buen nivel de aprendizaje a pesar de las restricciones antes mencionadas.

Experiencia 2: Fundamentos de la Informática

Fundamentos de la informática es la primera asignatura que trata los contenidos específicos de la carrera Ingeniería Informática, brinda una introducción sobre todos los contenidos que el estudiante aprenderá a lo largo de la carrera. Se ubica en el 2º cuatrimestre del primer año y se dicta en ambos cuatrimestres. El equipo docente ha desarrollado y reportado avances en experiencias de personalización del aprendizaje desde los inicios de la asignatura (y la carrera, año 2014) [7], tomando como parámetro los perfiles de estilos de aprendizaje mediante el Índice de Estilos de Aprendizaje (ILS) [8]. A partir del 2016, se aplicó la adaptación del AVA, usando el LMS Moodle, en modalidad de blended learning, siendo no obligatoria la participación de los alumnos en el AVA. En ese momento, y sin descuidar la totalidad de los temas incluidos en la asignatura, se focalizó la atención en el tema Algoritmia, fundamental para la formación y abordaje de las siguientes asignaturas vinculadas a la programación. Es así que se invirtió mayor esfuerzo en el desarrollo de ejercicios de autoevaluación para el tema mencionado, utilizando la herramienta Cuestionarios de Moodle [7].

En el relevamiento de estilos de aprendizaje realizado hasta el 2019, se observaron perfiles mayoritariamente balanceados en todas las dimensiones, con una tendencia moderada hacia las categorías visual, secuencial y sensorial. El itinerario de aprendizaje en el AVA se diseñó acorde a esta modalidad. Se estimó que los estudiantes aprenderían mejor en un diseño instruccional que combinara la experimentación, la discusión de ideas, la

posibilidad de argumentación, el trabajo en grupo (categoría activo), con los momentos de reflexión individual y el análisis de datos (categoría reflexivo). Por otra parte, para la tendencia visual, correspondiente a la dimensión de recepción de la información, los materiales de estudio y el estilo general de la enseñanza, privilegiaron la presentación de los contenidos mediante esquemas, diagramas, gráficos, y material multimedia: videos, imágenes y audio. La percepción de la información observada en el polo secuencial, indicó una comprensión más analítica, paso a paso, de manera lineal. Finalmente, la dimensión sensorial, indicó la preferencia por conectar la información con el mundo real, orientándola hacia la práctica y los procedimientos.

Estrategia implementada en el 2019

Manteniendo una modalidad de B-learning, el AVA se organizó en 13 secciones, la primera para la presentación de la asignatura, 11 correspondientes a cada una de sus unidades y la última incluyó las evaluaciones. Cada sección temática tuvo la siguiente secuencia: clase práctica, materiales de estudio y/o consulta, foro de consultas de la teoría, autoevaluación de teoría, guía de trabajo práctico, ejemplos y/o ejercicios de parciales anteriores, foro de consulta de la práctica, autoevaluación de la práctica, solución de ejercicios de la práctica. Se configuraron restricciones de acceso vinculadas a la lectura y/o visionado de archivos, y a la aprobación de las autoevaluaciones teóricas y prácticas. Los canales de comunicación fueron: Avisos, para una comunicación a todos los estudiantes; Mensajería para el intercambio personal y Foros para las consultas sobre dudas o dificultades de avance, instando a los estudiantes a subir sus soluciones parciales y/o finales, incluso errores para generar el intercambio de aportes entre los estudiantes y docentes.

Para el aprendizaje del tema Algoritmia, de la misma forma que en las cohortes anteriores, se insistió, durante las clases presenciales, en el uso de papel y lápiz para la construcción de los diagramas de flujo (DF), su verificación con una prueba de escritorio; y finalmente la corrida del algoritmo con la herramienta DFD¹. Un cambio respecto de cursadas anteriores, fue reemplazar DFD por PSeInt², aplicación más completa, que permite la resolución de un problema y construcción del Algoritmo en DF y Pseudocódigo, además detecta errores sintácticos y semánticos, ofrece opciones de ejecución paso a paso, resaltando con colores las acciones y datos, incluso la realización de una prueba de escritorio. Estas características responden al perfil predominante mencionado.

Los cuestionarios de autoevaluación fueron diseñados para que el estudiante conozca el estado de dominio del tema, tanto en sus contenidos teóricos como prácticos. Se secuenciaron con las restricciones de acceso ya mencionadas, y se consideraron los siguientes parámetros de configuración: intentos ilimitados, libre acceso a cada uno de los ítems evaluados y visualización de puntajes obtenidos, indicando respuestas erróneas o parcialmente correctas. La propuesta de intentos ilimitados propició en el estudiante, la posibilidad de nuevas respuestas hasta alcanzar la correcta. Se permitía revisar los intentos, y en el caso de respuestas incorrectas o parcialmente correctas, no se muestra la solución, sino que se orienta al estudiante a revisar los materiales de estudio en pos de encontrar la respuesta esperada. El puntaje final resulta del promedio de los puntajes alcanzados en cada intento, y la autoevaluación se aprueba al obtener un promedio mayor o igual a 50 puntos. El régimen de evaluación de la asignatura plantea tres instancias: 2 parciales

teórico – prácticos y un trabajo final que involucra el desarrollo de un video juego. A partir del 1° cuatrimestre del año 2019 se administró el 2° parcial para su resolución sincrónica en el AVA. Esta experiencia ha sido un antecedente positivo, aplicado posteriormente en el diseño de las evaluaciones realizadas en el contexto de la emergencia sanitaria. Un dato significativo en relación a cohortes anteriores, es que si bien, el itinerario de aprendizaje en el AVA era complementario a la clase presencial y no obligatorio, todos los estudiantes cumplieron con dicho itinerario.

Tanto la secuenciación de materiales como la realización de los cuestionarios de las autoevaluaciones establecidos, colaboraron en una mejor preparación y adquisición de destrezas en los estudiantes para las evaluaciones parciales.

Diagnóstico de la situación

En marzo de 2020, debido al aislamiento obligatorio causado por el COVID'19 se realizaron ajustes en el diseño, adecuando súbitamente el AVA, de la complementariedad de la clase presencial a la virtualización completa de la asignatura. Esta cuestión involucró al equipo docente en un esfuerzo adicional, para reforzar la propuesta vigente, y diseñar particularmente estrategias para la evaluación de los aprendizajes. Las clases teóricas y prácticas presenciales se convirtieron en video clases y/o clases por videoconferencia, mediante las plataformas Jitsi, Meet y Discord.

¹ DFD: Software del grupo Smart (Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia). Apoya la enseñanza de la lógica de programación utilizando diagramas de flujo.

² PSeInt: herramienta para asistir a un estudiante en sus primeros pasos en programación.
<http://pseint.sourceforge.net/>

Evaluación del aprendizaje

El régimen de evaluación virtual mantuvo las 3 instancias de evaluación, con algunas modificaciones que se detallan a continuación.

El primer parcial presenta 3 segmentos secuenciados:

1. teórico interactivo,
2. práctico interactivo,
3. ejercicio práctico Algoritmia con DF (Tarea con 2 ejercicios).

En los segmentos interactivos el estudiante obtiene su puntaje al finalizar y enviar el cuestionario, en el tercer segmento debe realizar la entrega subiendo los archivos indicados en la tarea, y esperar el resultado de la corrección.

El segundo parcial dispone de 2 segmentos interactivos secuenciados: teoría interactiva y práctica interactiva. Los segmentos interactivos utilizan la herramienta cuestionario de Moodle y aplican preguntas de tipo emparejamiento, respuesta corta y múltiples opciones, con descuento de puntos en caso de respuestas erróneas. Para el segmento práctico Algoritmia con DF se utiliza la herramienta Tarea. En ambos parciales, cada segmento dispone de una calificación independiente, y se contempla la recuperación de hasta 3 segmentos.

Los cuestionarios de evaluación interactivos están configurados con: fecha y horario de apertura, cierre y límite de tiempo; único intento; navegación secuencial; y orden de aparición aleatorio tanto de las categorías de ítems de evaluación, como de las preguntas incluidas en cada una de las categorías. Para minimizar la copia y/o intercambio entre estudiantes, cada categoría alberga entre 2 y 10 de ejercicios con el mismo nivel de complejidad. Actualmente se dispone de un abundante banco de preguntas.

La evaluación del trabajo final se realiza vía conferencia por Discord, plataforma que resulta amigable para los estudiantes.

Del primero al segundo cuatrimestre del año 2020, hubo que realizar ajustes en el segmento práctico de Algoritmia con DF, debido a los inconvenientes de legibilidad de las imágenes entregadas (foto de la resolución del DF en papel y lápiz), ya sea por baja definición y/o letras ilegibles. La nueva consigna solicita la entrega de la imagen resultante del algoritmo construido con la aplicación PSeInt y un archivo con Excel con documentación y Prueba de escritorio.

Evaluación de los resultados obtenidos

El rendimiento académico de los estudiantes mejoró comparando los resultados obtenidos en la cursada presencial 2019. La situación académica (S.A.) expuesta en la Tabla N° 1, con valores y los porcentajes correspondientes a cada categoría: P (Promocionado), A (Aprobado), D (Desaprobado, los aprobados han regularizado la materia y para su aprobación final deben rendir un examen totalizador).

S.A.	2019		2020	
	1° C	2° C	1° C	2° C
P	32-72%	37-56%	26-65%	45-73%
A	2- 5%	14-21%	14-35%	10-16%
D	10-23%	15-23%	0- 0%	7-11 %
Total	44	66	40	62

Tabla N° 1: Situación académica 2019/2020

Como puede observarse en la Tabla N°1, los porcentajes de aprobados y desaprobados de la cursada 2020 mejoraron notoriamente respecto del 2019, el número de alumnos promocionados en el segundo cuatrimestre es superior en la cursada virtual. Cabe aclarar, que en el 1° cuatrimestre de 2020, dada la súbita virtualización, se administró un recuperatorio extraordinario, considerando el rendimiento de las autoevaluaciones y la participación en los foros de consultas durante la cursada.

Al finalizar las cursadas, tanto del 1° cuatrimestre como del 2° cuatrimestre del año 2020, se administró una encuesta en línea para conocer la opinión de los estudiantes. La encuesta del 1° cuatrimestre fue respondida por 36 estudiantes del total de 40 que cursaron la materia. El 77% manifestó que no había tenido experiencia previa de estudios a distancia (virtual). Respecto al acceso a Internet, el 33% de los estudiantes indica excelente, 28% muy bueno, 28% bueno, el 5% regular y el 3% pésima. La mayoría de los estudiantes tuvo buen acceso a internet. Solo dos alumnos manifestaron mala conectividad, situación que fue atendida por la Secretaría Académica y el Centro de Estudiantes. Con respecto a la encuesta del 2° cuatrimestre, respondieron 40 estudiantes de un total de 62. El 55% de los estudiantes indicó no tener experiencia previa en estudios a distancia, el 43% indicó que si la tenía; un estudiante escribió: *“cuando empezó la virtualidad en la facu (pude ver cómo era todo) me animé a tomar cursos on line y me pareció genial la modalidad”*. Respecto al acceso a Internet, el 50% de los estudiantes indica excelente, 35% muy bueno, 10% bueno, el 5% restante indica regular; situación similar a la informada en el 1° cuatrimestre.

Las encuestas exponen aciertos y sugieren nuevos cambios, que se presentan brevemente a continuación.

Entre los aspectos positivos de la asignatura se destacaron la predisposición de los docentes, claridad en el dictado de los temas y en las respuestas a las consultas, la excelente diagramación de los contenidos. Además, apreciaron las autoevaluaciones, el hincapié en algoritmia, y el seguimiento del trabajo final. Describieron como una buena guía de aprendizaje, el debate de los foros a partir del aporte de las soluciones propuestas por los estudiantes.

En relación a los aspectos a mejorar destacaron la necesidad de disponer de mayor tiempo para resolver el ejercicio práctico de Algoritmia con DF del 1° parcial, y la necesidad de más ejercicios resueltos disponibles en el AVA.

Respecto de la personalización y adaptación del aprendizaje en el contexto de la pandemia, la experiencia del equipo docente en el diseño instruccional del AVA, posibilitó implementar los cambios necesarios ante la emergencia de la virtualización. La personalización pudo sostenerse a nivel de grupo, manteniendo un itinerario de aprendizaje con un buen rendimiento académico.

Conclusión

Las experiencias analizadas muestran un fuerte impacto en la enseñanza personalizada. Fue necesario replantear estrategias de enseñanza, a fin de preservar y construir itinerarios de aprendizaje adecuados a los objetivos pedagógicos. Las modificaciones alcanzaron las estrategias de evaluación del conocimiento, la mejora y ampliación de los canales de comunicación, la flexibilización en el uso de versiones de software multiplataforma; y finalmente, la consideración de la opinión de los estudiantes sobre sus experiencias con la virtualidad, con la finalidad de mejorar la personalización de la enseñanza en relación a los perfiles de los estudiantes.

Las dos experiencias analizadas, cada una con sus particularidades, respondieron al desafío de adecuar sus propuestas educativas al contexto de aislamiento social obligatorio, logrando la continuidad pedagógica.

La emergencia sanitaria aceleró la discusión sobre los métodos de enseñanza tradicional. De la mano de este debate, se vislumbra un futuro más amplio y quizás menos polémico, de enseñanza con modalidad virtual a nivel universitario.

A partir de los resultados obtenidos en las experiencias, surge un nuevo impulso para profundizar la personalización de las propuestas pedagógicas y su adaptación en los entornos virtuales de aprendizaje.

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 159, 113596. ISSN: 0957-4174. 2020
- [2] Zhang L, Basham J. D. y Yang S. *Understanding the implementation of personalized learning: A research synthesis*. Educational Review 31, 100339 ISSN: 1747-938X. 2020
- [3] Trafford, P., y Shirota, Y. *An Introduction to Virtual Learning Environments*. Gakushuin Economics Papers. University of Gakushuin. 2011
- [4] Kotzer, S., y Elran, Y. *Learning and teaching with Moodle-based E-learning environments, combining learning skills and content in the fields of Math and Science & Technology*. 1st. Moodle Research Conference, Heraklion, Crete-Greece. 2012.
- [5] Sneha, J. M. y Nagaraja, G. S. *Virtual Learning Environments – A Survey*. International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT). ISSN 2231-2803. 2013
- [6] Lizarralde, F. A. *Cómo programar Euler Simple en FORTRAN - Recursos de programación*. (Videos 1 a 5) <https://youtu.be/uoqjfP1wyyo> ; <https://youtu.be/AOqZOaqxxOw> ; <https://youtu.be/ldygbyC6Ucs> ; <https://youtu.be/Mz9AJDf6uvI> ; <https://youtu.be/ITbuWxEtAIE> . 2020
- [7] Gonzalez M. et al. *Advances in Test Personalization and Adaptation in a Virtual Learning Environment*. In: Pesado P., Aciti C. (eds) Computer Science – CACIC 2018. CACIC 2018. Communications in Computer and Information Science, vol 995. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20787-8_4 . 2019
- [8] Soloman, B. A. y Felder, R. *Index of learning styles questionnaire*. NC State University. <https://www.webtools.ncsu.edu/learningstyles/> . 2005.

La programación y la robótica para el aprendizaje de prácticas del lenguaje y la matemática en la escuela especial

Dra. Cecilia Roma

Universidad Abierta Interamericana (UAI)/Centro de Altos Estudios en
Tecnología Informática (CAETI)

mariceroma@gmail.com

Resumen

El artículo detalla una experiencia de Programación y Robótica realizada de forma transversal con áreas curriculares de matemática y prácticas del lenguaje implementada en la Escuela Integral Interdisciplinaria N°9 DE 9, CABA (EII9) durante el año 2017, con alumnos de 5to, 6to y 7mo grado con dificultades de aprendizaje. Las docentes de las áreas correspondientes trabajaron de modo colaborativo con la puesta en práctica y elaboración de sus respectivos proyectos vinculados entre sí. La propuesta se centró en el desarrollo del pensamiento computacional a través del robot que los alumnos denominaron Pepito.

Palabras clave: Programación; Robótica; Aprendizaje; Dificultades de aprendizaje.

Introducción

La multialfabetización refiere al poder quebrar el énfasis tradicional sobre la alfabetización alfabética (sonidos y letras dentro de palabras dentro de frases dentro de textos dentro de literaturas) y articularse con estrategias en las cuales se integren al aprendizaje de la

lectura y de la escritura de textos en diferentes formatos como lo son los modos visuales, gestuales, espaciales y auditivos para que se puedan ir sumando de forma más preponderante a las prácticas mediáticas y socioculturales cotidianas (Cope y Kalantzis, 2009).

La experiencia presentada ha sido realizada en la Escuela Integral Interdisciplinaria N°9 DE 9, CABA (EII9) a la que concurren niños con dificultades de aprendizaje. Las problemáticas para la adquisición y desarrollo de habilidades de lectura y escritura son una preocupación constante en la escuela, dada las particularidades sociales de los estudiantes, sus dificultades de atención y resistencia al aprendizaje. Ante esta realidad se pensó en una propuesta innovadora y motivadora que ayude a fortalecer los recursos atencionales para reforzar el desarrollo de las habilidades mencionadas (Roma, 2017).

Por este motivo nos planteamos el abordaje de una propuesta con la mirada puesta en el aprendizaje desde un punto de vista multimodal, a través del lenguaje escrito, icónico, simbólico, gráfico, que

puedan colaborar con el proceso de desempeño de la lectura y escritura convencionales y facilitar el dominio de operaciones matemáticas.

Por otro lado, el abordaje a través de la aplicación de recursos de robótica y pensamiento computacional ofreció una nueva oportunidad para la predisposición al aprendizaje.

El énfasis fue puesto ante todo en que se necesita LEER y ESCRIBIR aunque estemos hablando de comandos. El lenguaje de programación es ante todo un lenguaje.

La implementación del pensamiento computacional estimula el desarrollo de las funciones ejecutivas, como la solución de problemas, la planificación, además del pensamiento geométrico y matemático.

El lenguaje de programación en la escuela

El mundo actual se entretene entre una realidad física y una realidad virtual. Cada vez más preponderante es la segunda y cada vez más las actividades cotidianas están reguladas por las tecnologías digitales. Se hace necesario que los estudiantes conozcan y comprendan cómo funciona este mundo digital en el que están inmersos y estén en condiciones de manipularlo según intereses, ideas y realidad sociocultural. Integrar la educación digital, la programación y la robótica les permite ampliar habilidades y desarrollar competencias laborales para su futuro. (Ripani, 2017)

En función de los consumos culturales vigentes, los estudiantes se encuentran familiarizados con las tecnologías emergentes, pero es necesario guiarlos en

el uso correcto y seguro de los plurilenguajes de la cultura digital, así como en el desarrollo de un pensamiento crítico.

El pensamiento computacional y los lenguajes de programación posibilitan un nuevo modo de pensar, planificar, establecer hipótesis y anticipar acciones. El desarrollo de estas habilidades de pensamiento resultan fundamentales para todas las áreas de conocimiento.

Cuando se presentan dificultades de atención, concentración y de aprendizaje en general, estos recursos ofrecen una excelente posibilidad para convocar a los estudiantes, estimular la creatividad y promover el mantenimiento del interés el tiempo necesario como para lograr finalizar un proyecto.

En la experiencia pedagógica que se presenta en este artículo se definieron determinadas competencias para promover su desarrollo, en función de las particularidades del grupo:

- competencias comunicativas
- lógico-matemáticas
- pensamiento crítico
- competencias creativas y relacionales
- producción de lógicas de instrucción secuenciales
- capacidad de anticipación de acciones
- transversalidad para las distintas áreas de conocimientos: matemáticas y ciencias, físicas, unidades de medida, sistemas de coordenadas y fórmulas lineales.

En definitiva, el trabajo con la robótica complementó el pensamiento

computacional, dado que fue necesario programar el robot para generar movimiento, para lo cual se pusieron en juego todas las habilidades y competencias mencionadas en forma integrada.

El robot

Un robot es un objeto diseñado como mediador de procesos entre la virtualidad y la realidad, que facilita la comprensión del mundo tecnológico que nos rodea y que en definitiva, termina convirtiéndose en un recurso motivador, integrador y transformador de conocimientos. Diseñar y programar robots ayuda a producir secuencias simples y comandos que vinculan causa y efecto, predecir y formular hipótesis, integrar el mundo virtual con el físico y comprender el diálogo entre ellos.

Recursos

Para esta propuesta se trabajó con diferentes programas y dispositivos para lograr un proceso a largo plazo de aprendizaje de las habilidades cognitivas, respetando las posibilidades de comprensión “de lo fácil a lo difícil” y “de lo menos a lo más”. Cada programa utilizado aportó un elemento para la comprensión del proceso de programación y los alumnos fueron descubriendo que lo que programaban eran las acciones que pretendían que el robot ejecute.

Para este proyecto utilizaron tabletas, *netbooks* y *notebooks*. Los programas trabajados fueron los siguientes:

Blockly games: Es una serie de juegos diseñados para niños que aún no han tenido experiencia con el lenguaje de programación. Es la primera aproximación

al encastre en bloques, para pasar luego al encastre de comandos de acciones.

Code.org: Es un recurso que tiene por objetivo expandir el acceso a las ciencias de la computación. A través de sus juegos proporciona la posibilidad del aprendizaje del lenguaje de la programación de un modo sencillo y progresivo. Presenta una interfaz similar a la que requiere Blockly.

Scratch Jr.: Considerando que la programación es la nueva alfabetización, el sitio ofrece a niños de entre 5 y 7 años la posibilidad de programar sus propias historias y juegos interactivos. En el proceso, aprenden a resolver problemas, diseñar proyectos y expresarse de forma creativa a través de la tecnología. Se utiliza en tabletas con sistema operativo Android.

CodeMonkey: CodeMonkey aplica un sistema de enseñanza mediante juegos combinado con una experiencia de usuario exclusiva para introducir conceptos y conocimientos generales de programación. El uso de una regla facilita los procesos de medición para seleccionar los bloques correspondientes que se presentan acompañados de un lenguaje icónico.

Blockly para Dash y Dot: Blockly es un lenguaje de programación gráfica desarrollado por Google. Con el cual los usuarios pueden arrastrar y unir los bloques para construir una aplicación sin necesidad de escribir líneas de programación. Blockly es un proyecto de código libre bajo licencia Apache 2.0 por lo que todas las fuentes están disponibles para su uso y modificación.

Este recurso se presentó al final de la secuencia de programas porque permitió trabajar con varias variables al mismo tiempo. Esto significa considerar la posibilidad de anticipar acciones junto al

trabajo con el sonido, color, apariencia y demás. Por lo tanto, una vez en este nivel ya se complejiza la escritura de comandos que implica establecer una secuencia ordenada de pasos.

El objetivo de presentar los recursos en este orden implicó seguir una secuencia que organice la adquisición de los elementos que se requerían para trabajar con el lenguaje de programación.

Por este motivo se inició con la opción *Blockly games* porque permitió acercarse al encastrado de la forma de los bloques de un modo intuitivo, gráfico y lógico.

Posteriormente se guió al alumno en la adquisición del encastrado por acciones, primero considerando una variable, por medio de desplazamientos rectos y angulares. Luego se fue complejizando para poder considerar más de una variable por secuencia de acciones.

Para el uso del robot Dash se trabajó con la aplicación *Blocky*.

Objetivo general del proyecto

El proyecto se enfocó en ofrecer una propuesta transversal que pudiera dar respuesta a las problemáticas de lectura y escritura que se evidenciaban en la EII9 a través de la implementación de recursos tecnológicos y su articulación con las diferentes áreas de conocimiento como prácticas del lenguaje y matemáticas (recordando que sin importar el área, siempre se necesita leer y comprender textos).

Para el desarrollo del proyecto cada área definió objetivos concretos que fueron trabajados de modo interdisciplinar.

Objetivos vinculados a la programación y la robótica:

- Desarrollar el proceso de dar instrucciones precisas en general y a través de bloques de programación en particular.
- Comprender que los comandos de programación resultan en acciones concretas.
- Trabajar la resolución de problemas fraccionando el problema en pequeñas partes.
- Utilizar saberes adquiridos para la resolución de problemas.
- Desarrollar el pensamiento creativo y el trabajo colaborativo.

Objetivos del taller de lengua:

- Formar lectores competentes, autónomos y críticos.
- Utilizar la escritura como medio para comunicar sus ideas, para organizar y profundizar sus conocimientos.
- Despertar el placer por la lectura.
- Despertar la imaginación y fantasía.
- Enriquecer el vocabulario, favoreciendo la expresión y comprensión oral y escrita.
- Aumentar el caudal de conocimientos al relacionar las lecturas con otras áreas.
- Desarrollar la creatividad.
- Propiciar el trabajo colaborativo fomentando el respeto, el diálogo, la escucha atenta y la participación.
- Vincularnos a través de la palabra, acercarnos y tender puentes que nos permitan jugar,

crear, crecer, aprender.

- Utilizar las TIC para facilitar y potenciar el proceso de aprendizaje a través de actividades innovadoras como la robótica y el pensamiento computacional. (Paramidani, G, 2017)

Objetivos del área de matemáticas:

- Resolver problemas que involucren distintos sentidos de las operaciones de suma, resta, multiplicación y división utilizando, comunicando y comparando diversas estrategias y cálculos posibles.
- Interpretar la información que porta cada problema.
- Establecer relaciones entre los datos en función de lo que se propone resolver.
- Seleccionar y usar variadas estrategias de cálculo para sumar, restar, multiplicar y dividir de acuerdo con la situación y con los números involucrados.
- Elaborar estrategias personales para la resolución de problemas y modos de comunicar procedimientos y resultados.
- Asumir progresivamente la responsabilidad de validar sus producciones e ideas. Valorar el intercambio de ideas, el debate y la confrontación de posiciones respecto de una supuesta verdad.
- Las tecnologías se implementarán de modo transversal a todo el proyecto. Los objetivos del uso de las tecnologías implican la implementación del pensamiento computacional para estimular el desarrollo de las habilidades de

anticipación y pensamiento abstracto. También se usarán videojuegos para reforzar los procesos operacionales trabajados lo que implicará un estímulo extra para su desenvolvimiento. (Hawrylcw, A., 2017)

El proyecto

A continuación se describe el proceso de implementación del proyecto el cual se desarrolló en dos etapas.

Primera etapa.

Durante esta etapa se desarrolló una secuencia de actividades relacionadas al pensamiento computacional:

Blockly games para iniciar la comprensión de la lógica de los encastrados y las relaciones entre los conceptos.

Code.org para comprender las diferentes posibilidades de acciones según la secuencia de comandos. Implicó el trabajo con geometría y la inferencia de ángulos. El programa ofrece la posibilidad de editar un certificado cada vez que el estudiante supera una etapa.



Certificado obtenido por un alumno luego de superar una etapa en el programa Code.org

Scratch Jr. para aprender a dominar los escenarios, disfraces y acciones de los objetos seleccionados según la historia elaborada por el alumno.

Segunda etapa.

Esta etapa se enfocó en secuencias de actividades centradas en el pensamiento computacional y la robótica.

Codemonkey para dominar el lenguaje icónico combinado con vocabulario básico de inglés, también se trabajó el proceso de medición y conteo.

Blockly para programar las acciones del robot Dash.

Cada vez que se pensaba en bloques de programación, esta acción era efectuada corporalmente por el alumno. Por ejemplo, un alumno le indicaba al otro que camine 5 pasos para adelante, gire a la derecha 90° y camine para adelante otros 5 pasos. Una vez que la secuencia vivenciada funcionaba, entonces se trasladaba a la programación. Los bloques de programación se escribían en papel madera para seguir prolijamente la secuencia en orden.



Secuencia de comandos para el desplazamiento de Dash realizado en papel y colgado en la columna del patio

Robot Dash: El robot Dash es muy versátil, del tipo de robots de suelo. Dash suele venir acompañado de otro robot menor llamado Dot. Sin embargo, para esta experiencia se usó solamente Dash. Los alumnos tomaron contacto con el robot, lo conocieron y manipularon, se explicaron sus propiedades y se tomaron los tiempos necesarios para explorar sus posibilidades de acción:

- Se hizo hincapié en que solamente se comandaba a través de la aplicación Blockly,
- Luego se exploraron las posibilidades de acción del robot tales como:
 - Opciones de desplazamiento (en centímetros),
 - girar en 360°
 - grabación de voz y reproducción de sonido,
 - uso de luces de diferentes colores,
 - el movimiento de la cabeza.

Los alumnos fueron explorando en conjunto estos movimientos, propusieron armar recorridos con obstáculos, evitando

sillas o bancos por ejemplo o haciendo de cuenta que transita por las calles de una ciudad y de este modo iban probando los ángulos de giro.

Articulación con otras áreas

En paralelo al trabajo de programación se fueron abordando los contenidos de las áreas de prácticas del lenguaje y matemática.

Prácticas del lenguaje

Desde el área de prácticas del lenguaje, la docente fue trabajando el texto instructivo a través de órdenes sencillas y del uso de vocabulario relacionado con comandos de direccionalidad, como por ejemplo indicarle a un compañero cómo salir de la sala.

Luego comenzaron a trabajar el cuento policial haciendo foco en la coherencia del texto y la secuencia ordenada de acciones. En este caso el robot era el detective y debía atravesar por un laberinto (maqueta de una ciudad) para llegar a su objetivo: el ladrón. Elaboraron una narrativa detectivesca en conjunto. Para esto realizaron la maqueta de un barrio o ciudad, en la cual el detective “Pepito” pasea por sus calles en busca del ladrón que se robó la estatua de la plaza central.

Los estudiantes decidieron que el nombre del robot tenía que cambiar durante el cuento, así tomaron la palabra “robot” como base a partir de la cual generaron un seudónimo:

Matemática

Desde el área de matemática, se abordaron contenidos de geometría, recorridos de trayectos en el espacio y cálculo de

ángulos relacionados con el desplazamiento del robot. Se trabajó calculando los ángulos de giro, los centímetros de desplazamiento en los diferentes sentidos, y su objetivo.

De la misma forma en paralelo se trabajaban las mismas indicaciones en los videojuegos de programación con los diferentes programas mencionados anteriormente. Así fueron progresivamente familiarizándose con el robot y con sus comandos.

Resultados

Durante todo el proceso aquellos alumnos que presentaban mayores dificultades de disciplina, atención y sostenimiento de los proyectos a largo plazo se fueron viendo estimulados y lograron sostener la propuesta durante todo el año.

Otro aspecto logrado implicó el aprendizaje de los conceptos fundamentales en inglés y su equivalente en español para comprender los comandos y su significado.

A través del estímulo con el robot se lograron abordar temas propios de las diferentes áreas, los cuales resultaban complejos de trabajar dada la resistencia de los chicos para encarar estos contenidos. Los alumnos hicieron cálculos, narraron, realizaron una maqueta, conocieron vocabulario en inglés, sus conceptos centrales y programaron.

Entonces, la secuencia de actividades se desarrolló de la siguiente forma:

1. Los alumnos conocieron y exploraron el robot,

2. Decidieron con las docentes qué es lo que se iba a trabajar, en este caso, la historia del detective,
3. Eligieron un nombre para el robot,
4. Jugaron con los diferentes videojuegos de programación para comprender cómo definir los comandos,
5. Realizaron la maqueta de la ciudad,
6. Crearon entre todos el cuento del detective,
7. Grabaron el cuento en audio,
8. Registraron mediante fotografía cada movimiento del robot en la maqueta de la ciudad,
9. Probaban el desplazamiento del robot calculando los ángulos de giro y centímetros de desplazamiento resolviendo los diferentes problemas que se les iban presentando,
10. Realizaron el video final.

Conclusión

El proyecto fue pensado para ser desarrollado durante todo el año de forma progresiva y así resultó. Logramos mantener a los alumnos interesados y comprometidos con la propuesta. Con una población que presenta dificultades de aprendizaje, ofrecer una estrategia pedagógica disruptiva fue todo un desafío. La propuesta fue trabajar contenidos curriculares sin que los estudiantes desistieran o se frustraran.

Las docentes que integraron el proyecto fueron aportando ideas creativas para la realización del mismo y lograron cumplir con los objetivos propuestos inicialmente. Los alumnos participaron activamente y con éxito durante todo el proceso y desde sus posibilidades fueron presentando ideas

que enriquecían el aprendizaje además de mostrarse entusiasmados cuando llegaba la hora de trabajar con el robot. Especialmente se destacó el caso de uno de los niños con marcadas dificultades de atención e interés en las actividades, el cual resultó ser el primero en estar listo cada vez que era la hora de trabajar con los recursos de programación.

Toda la propuesta requirió que las docentes implicadas conocieran los principios de la programación y la robótica y sus posibilidades de articulación con sus áreas.

Esta autora espera que este proyecto haya sido un ejemplo que sirva de estímulo a otros docentes para pensar más allá de las estrategias convencionales, del uso del cuaderno y del pizarrón. Es importante convocar a los alumnos con propuestas innovadoras que les resulten atractivas y los invite a ser protagonistas de sus aprendizajes.

La producción final de los alumnos está disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=dCr9KxuXZkY&feature=youtu.be>

Bibliografía

Cope, B. y Kalantzis, M. (2009), "Multialfabetización": nuevas alfabetizaciones, nuevas formas de aprendizaje. Traducción al español por Cristóbal Pasadas Ureña del artículo original en inglés: Cope, Bill and Kalantzis, Mary (2009). "Multiliteracies": New Literacies, New Learning", *Pedagogies: An International Journal*, 4:3,164 — 195. http://www.academia.edu/2804209/Multialfabetizaci_n_nuevas_alfabetizaciones_nuevas_formas_de_aprendizaje

Hawrylcw, A. (2017). Proyecto de operaciones.
<http://integrar.bue.edu.ar/integrar/blog/articulo/proyecto-de-operaciones-i-3/>

Paramidini, G. (2017). Taller de Literatura.
<http://integrar.bue.edu.ar/integrar/blog/articulo/taller-de-literatura/>

Ripani, M. F. (2017)_Programación y robótica: objetivos de aprendizaje para la educación obligatoria. CABA: Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología.
<https://www.educ.ar/recursos/132339/programacion-y-robotica-objetivos-de-aprendizaje-para-la-educacion-obligatoria>

Roma, C. (2017). Hablamos el lenguaje de los nuevos medios.
<http://integrar.bue.edu.ar/integrar/blog/articulo/hablamos-el-lenguaje-de-los-nuevos-medios/>

Realidad Aumentada y su Vinculación con el Rendimiento Académico

Lucas Romano¹ Cecilia Sanz² Gladys Gorga²

¹*Instituto de Desarrollo Económico e Innovación - UNTDF*

²*Instituto de Investigación en Informática LIDI - CIC - Facultad de Informática. UNLP*

lromano@untdf.edu.ar , csanz@lidi.unlp.edu.ar , ggorga@lidi.unlp.edu.ar

Resumen

El presente artículo se enfoca en la Realidad Aumentada (RA) y su relación con el rendimiento académico en escenarios educativos. Como parte del recorrido del trabajo se inicia con un análisis de las posibilidades de la Realidad Aumentada en el ámbito educativo y se aborda un estado del arte acerca del concepto de rendimiento académico. A partir de una revisión sistemática, se estudia y discute un conjunto de investigaciones que vinculan el rendimiento académico con la utilización de tecnologías de RA. Para ello, se definen criterios que facilitan un análisis uniforme. Esta revisión permitió encontrar un vínculo entre la RA y el rendimiento académico, así como también con algunas variables asociadas al mismo.

Palabras Clave: Realidad Aumentada, Rendimiento Académico, Educación.

1. Introducción

La Realidad Aumentada es un tema que se encuentra en investigación hoy en día en el ámbito educativo, ya que posibilita la inclusión, en tiempo real, de elementos virtuales dentro de un entorno físico. A partir de la utilización de dispositivos especiales, una persona puede observar el mundo real con ciertos elementos digitales agregados, y de esta manera puede enriquecerse una experiencia educativa [1].

En varios estudios se viene trabajando en analizar experiencias educativas con RA y su impacto en el rendimiento académico [6, 24, 25, 26, 27]. Sin embargo, el concepto de rendimiento académico es dilemático, y los autores abordan diferentes aristas de éste cuando lo analizan. Es por ello, que en este artículo se presenta una revisión sistemática que permite echar luz sobre las investigaciones que estudian la RA y su vinculación con el rendimiento académico, considerando en particular las variables asociadas a éste que se toman en cuenta.

De aquí en más este artículo se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 se abordan las posibilidades educativas de la RA, en la sección 3 se describe un estado del arte acerca del rendimiento académico, en la sección 4 se analizan investigaciones que vinculan RA con rendimiento académico, y finalmente se realiza una discusión y se obtienen conclusiones.

2. Realidad Aumentada y Educación

Desde una perspectiva educativa, la RA complementa la percepción e interacción con el mundo real, brindando al alumno un escenario real aumentado con información adicional generada por mediaciones pedagógicas y tecnológicas [2].

Es posible encontrar aplicaciones de RA para el nivel educativo primario, secundario, y universitario. Incluso se ha desarrollado software enriquecido con RA a los fines de mejorar los procesos de aprendizaje de personas con capacidades diferentes [3].

Cubillo et al. [4] sostienen que esta característica permite avanzar en el aprendizaje de disciplinas donde los conceptos resultan abstractos o confusos para los alumnos, bien por su complejidad o bien porque no se pueden concretar completamente en el mundo físico.

Otros autores afirman que la enseñanza de la RA permite aumentar la autonomía de los alumnos, permitiéndoles llevar su propio ritmo de estudio, y maximizar el tiempo y recursos disponibles [5].

En trabajos como [5,6] se indica que la tecnología de RA produce en los estudiantes altos niveles de participación y satisfacción, experimentan una sensación de control y encuentran atractivo el ambiente de aprendizaje.

Fabregat y Cabero y Barroso afirman que los usuarios logran adquirir competencias prácticas, mejoran el desarrollo de habilidades y construyen actitudes positivas evitando riesgos físicos [7, 8].

Desde un punto de vista tecnológico la Realidad Aumentada compensa algunas de las deficiencias presentes en el proceso educativo, tales como experimentos o prácticas que no pueden ser realizadas debido a los costes del equipamiento, o a la relación entre el número de equipos disponibles y los alumnos matriculados; la disponibilidad de las instalaciones, ya sea por espacio y/o por tiempo, entre otras [4].

Sin embargo, si bien la RA constituye una valiosa herramienta para la educación, lo que favorece la calidad del aprendizaje es su encuadre dentro de un planteamiento pedagógico adecuado [9,10,11].

Comienza a ser imprescindible el utilizar metodologías innovadoras, como el aprendizaje basado en problemas, en el descubrimiento, y en el juego; el aprendizaje colaborativo, y otras metodologías donde el

alumno sea responsable de la construcción de su conocimiento [12]. En el contexto de este tipo de metodologías, la RA puede ser un valor agregado y puede beneficiar el rendimiento académico.

3. Rendimiento Académico

3.1. Definición del constructo

Debido a la diversidad de factores que deben ser considerados para definir el rendimiento académico, realizar una aproximación exacta del término se convierte en una ardua tarea, dado que existen múltiples definiciones de éste.

Para Edel y Dieser [13, 28], el rendimiento académico se puede definir como un constructo susceptible de adoptar valores cuantitativos y cualitativos, por medio de los cuales se puede realizar una aproximación a la evidencia y dimensión del perfil de habilidades, conocimientos, actitudes y valores desarrollados por el alumno en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Por su parte, Burga León [14] refiere al rendimiento académico como una medida, o una cantidad, que indica, en forma estimativa, lo que una persona ha aprendido como consecuencia de un proceso de instrucción o formación, es decir, la capacidad del alumno para dar respuesta al proceso educativo en términos de objetivos.

Algunos autores coinciden en explicar el concepto de rendimiento académico como un término multidimensional, a partir del cual se puede dar cuenta tanto de la cuantía como de la condición de los resultados que se han obtenido en los procesos de enseñanza y aprendizaje [15, 16].

En concordancia con la multidimensionalidad del concepto, Edel [13] y Guzmán [16] describen el rendimiento académico como una intrincada red de articulaciones cognitivas,

generadas por el hombre. Esta red sintetiza las variables de cantidad y cualidad como factores de medición y predicción de la experiencia educativa.

Al tratar el rendimiento académico como un constructo multidimensional se abre el panorama a factores sociales, psicológicos, pedagógicos, y otros que comienzan a involucrarse con el fin de obtener algún resultado esperado por la sociedad, y por el sistema sobre el cual ésta se rige, vinculando alumnos, profesores, y diversos procesos de evaluación [16].

3.2. Variables vinculadas al rendimiento académico

Grasso [15] hace referencia a que la definición más común de rendimiento académico se asocia a las calificaciones obtenidas en el ámbito académico, que serían el indicador más frecuente del nivel de aprendizaje adquirido. Las calificaciones constituyen en sí mismas el criterio social y legal del rendimiento de un alumno en el ámbito de una institución escolar [17].

Las calificaciones escolares se toman como el factor principal de métrica para el desempeño escolar, producto de evaluaciones realizadas por parte del alumno, más allá de las diferentes consideraciones que tomen tanto los profesores como las instituciones respecto de la forma o método evaluativo.

Existen además otras variables asociadas al rendimiento académico, tanto contextuales como internas al alumno. Artunduaga [19] sostiene que existen variables vinculadas con el entorno sociocultural y el nivel educativo de los padres, y otras como ser el clima educativo de la familia, que tiene que ver, por ejemplo, con las expectativas que los padres tienen respecto a la educación de sus hijos y la disponibilidad de materiales y de espacio para el estudio dentro del hogar, que la intervención educativa puede modificar.

Otras variables de corte pedagógico tales como el desempeño del profesor, los recursos didácticos, los planes y programas de estudio, la metodología empleada, el papel de las instituciones escolares, entre otros, también interactúan en el proceso educativo, y en el rendimiento [18, 20].

Respecto de las variables internas del individuo, [18] afirma que en el rendimiento académico intervienen factores como el nivel intelectual, la personalidad, la motivación, las aptitudes, los intereses, los hábitos de estudio, y la autoestima.

Los factores cognitivos, los motivacionales y la relación entre ambos, ejercen una influencia directa en la implicación del alumno en el aprendizaje y en su rendimiento académico. Por ello, es preciso considerarlo dentro de un marco complejo de variables como los condicionamientos socio-ambientales, factores intelectuales, variables emocionales, y aspectos técnicos y didácticos [14, 21].

4. Revisión sistemática acerca de RA y Rendimiento Académico

En esta sección se presenta el principal aporte de este trabajo que se vincula con un proceso de revisión sistemática para indagar acerca de las relaciones entre el uso de RA en el contexto educativo y su impacto en el rendimiento académico, considerando diferentes variables de éste.

4.1. Protocolo de Revisión Sistemática y Criterios para el análisis

Para llevar adelante la revisión sistemática, se siguió el protocolo propuesto por Kitchenham [22], se definieron preguntas de investigación y criterios de inclusión y exclusión que se exponen a continuación.

Las preguntas de investigación:

- ¿Qué ejemplos de éxito, respecto del mejoramiento del rendimiento académico al utilizar RA, se conocen?
- ¿Qué vinculaciones entre las experiencias con RA y el rendimiento académico son analizadas?
- ¿Con qué instrumentos y técnicas trabajan los autores para realizar el análisis de rendimiento académico e impacto de la RA?
- ¿Qué variables asociadas al rendimiento académico se ven impactadas por estas experiencias?

Los criterios de inclusión utilizados:

- Estudios que vinculen variables asociadas al rendimiento académico a través de la utilización de RA.
- Estudios que provean experiencias formales de resultados con RA y rendimiento académico

Los criterios de exclusión:

- Estudios que no sean de acceso abierto.
- Estudios que no describan experiencias con RA y su vinculación con el rendimiento académico.

Los idiomas considerados fueron inglés y español y el rango de años 2000 - 2021.

Se definieron los criterios de análisis (CA) que serán utilizados para el estudio de las investigaciones seleccionadas como parte de la revisión sistemática. Estos se presentan y describen en la Tabla 1

Tabla 1 – Criterios de análisis propuestos para las investigaciones.

CA	Criterios de análisis	Descripción
CA1	Nivel educativo	Nivel al que se destina la investigación: primario, secundario, universitario.
CA2	Material/Herra	Material o

	mienta con RA utilizado	Herramienta generado por expertos, docentes o alumnos para llevar adelante la experiencia con RA.
CA3	Variables vinculadas al rendimiento académico donde se pone foco	Calificaciones, motivación, satisfacción, interés, atención.
CA4	Utilización de instrumento de recogida de datos	Instrumento ad hoc. , o instrumentos estandarizados.
CA5	Incidencia en el rendimiento académico	Incidencia o no de la experiencia realizada en el rendimiento académico de los alumnos participantes.

4.2. Análisis comparativo de investigaciones

A partir de una primera búsqueda en seis diferentes bases de datos¹, se encuentran 218 artículos referidos a la temática. Luego de descartar los artículos repetidos o que no corresponden con el idioma o años buscado, se realiza una lectura de los resúmenes de los trabajos, aplicando los criterios de inclusión y exclusión. A partir de lo realizado se toman 32 artículos para realizar lectura completa. Tras lo anterior, se descartan 15 artículos, quedando 17 trabajos para un análisis y discusión. Cinco trabajos representativos de este corpus final obtenido, son seleccionados para ser analizados detalladamente en este trabajo.

Se presentan a continuación cinco investigaciones seleccionadas que vinculan la utilización de RA con el rendimiento académico. Se realiza una descripción de cada experiencia, se mencionan los instrumentos de análisis utilizados, las variables asociadas a una mejora en el rendimiento y los hallazgos de los autores frente a las experiencias realizadas. Luego se resume cada investigación mediante una tabla que abarca los criterios de análisis expuestos previamente.

¹ IEEE Xplore, ACM, ScieLO, ScienceDirect, LaReferencia, y Sistema Nacional de Repositorios Digitales.

4.2.1. *Mobile Learning* en el *Ámbito de la Arquitectura y la Edificación. Análisis de Casos de Estudio.*

Redondo et al. (2014) presentan una experiencia que se basó en la utilización de tecnologías concretas como la Realidad Aumentada en el marco de cursos de corta duración, módulos ML (*mobile learning*), integrados en diversas materias del ámbito de la Arquitectura y las ciencias y tecnologías de la edificación. Para ello, se utilizaron aplicaciones y prácticas específicas para visualizar modelos virtuales en escenas reales mediante teléfonos y tabletas, incorporadas en momentos concretos de cursos de grado y máster.

Para la experiencia, se distribuyeron los alumnos en grupos experimentales y de control. Los alumnos que disponían de dispositivos móviles avanzados, conformaron los grupos experimentales y visualizaron contenidos virtuales, en la mayoría de los casos, generados por ellos mismos en un lugar específico. El resto de los alumnos que siguieron el curso ordinario conformaron el grupo de control.

Los objetivos específicos de cada experiencia se centraron en evaluar si los alumnos alcanzaban diferencias significativas en sus resultados académicos, así como en el grado de satisfacción y motivación.

Se utilizaron tanto cuestionarios en papel como on-line, con preguntas diseñadas para ser contestadas utilizando escalas de Likert (valoraciones con la siguiente escala 1: en desacuerdo al 5: totalmente de acuerdo).

Los resultados obtenidos muestran que los grupos que utilizaron la nueva metodología tuvieron una mejora en las calificaciones. A su vez, la experiencia despertó un alto grado de expectación en los alumnos, lo que produjo una mayor motivación y compromiso durante el desarrollo del curso. Estos alumnos

mostraron altas puntuaciones con relación a los materiales y contenidos del curso, y sobre la metodología empleada, lo cual sugiere que esta tecnología puede resultar eficaz en los procesos de aprendizaje como complemento a la formación tradicional.

Los autores concluyen que los alumnos del grupo experimental, además de estar más motivados con los experimentos diseñados, consiguieron mejores resultados en su rendimiento académico, lo que se vincula con el correcto uso de estas tecnologías.

Tabla 2 – Criterios de análisis para la investigación de Redondo et al. (2014) según Tabla 1.

CA	Mobile Learning en el <i>Ámbito de la Arquitectura y la Edificación. Análisis de Casos de Estudio.</i>
CA1	Experiencia aplicada a nivel educativo Universitario
CA2	Modelos creados por los propios alumnos que se visualizan con herramientas específicas
CA3	Se evalúan las calificaciones, la motivación y la satisfacción del alumno.
CA4	Instrumento ad hoc propio que utiliza escala de Likert.
CA5	Afirman que la experiencia aumenta el rendimiento académico

4.2.2. *Impact of an Augmented Reality System on Student's Motivation for a Visual Art Course*

La investigación de Di Serio et al. (2013) llevó a cabo un estudio en un curso obligatorio de artes visuales impartido en una escuela secundaria en Madrid (España). El experimento se realizó en un módulo de dos sesiones sobre el arte del renacimiento italiano. El material del módulo comprendía imágenes e información relacionada con ocho relevantes obras maestras del renacimiento italiano, elaboradas por el docente de la escuela.

Se estudiaron cuatro obras maestras del arte renacentista, a través de la presentación de sus imágenes y una explicación de sus detalles relevantes. Mientras que la primera sesión mantuvo un escenario de enseñanza utilizando diapositivas, el escenario educativo de la

segunda sesión se cambió a uno que integró tecnología de RA.

La RA se utilizó para mejorar las imágenes de la obra maestra con información sobre los detalles artísticos relevantes para el curso. Los alumnos exploraron libremente el contenido de aprendizaje con RA en una sala de laboratorio equipado con computadoras de escritorio y cámaras web.

El propósito de este estudio de investigación fue analizar el impacto de dos escenarios de enseñanza: un escenario basado en diapositivas y otro basado en tecnología de RA, sobre la motivación del estudiante. El estudio también incluyó un análisis cualitativo para determinar la aceptación de la tecnología RA entre los alumnos.

Después de obtener el permiso del autor para utilizar y modificar el cuestionario IMMS (*Instructional Material Motivational Survey*), el instrumento se modificó ligeramente para adaptar su terminología al campo de la RA. El IMMS contiene 36 preguntas con ítems de escala de Likert de 5 puntos; este instrumento de medida motivacional se basa en el modelo de motivación ARCS (cuyas siglas traducidas significan: Atención, Renovación, Relevancia y Satisfacción) de Keller [23]. Los datos cualitativos se recopilaron buscando componentes de calidad de usabilidad: capacidad de aprendizaje, eficiencia, errores y satisfacción.

Los alumnos mostraron altos niveles de participación y disfrute y el ambiente de aprendizaje de RA fue repetidamente descrito como atractivo. Los alumnos expresaron su satisfacción en cuanto al material utilizado, y la sensación de tener el control de la actividad, ya que podían explorar los temas en el orden que querían y volver a visitar los materiales de ser necesario.

La conclusión expresada en esta investigación es que las capacidades inmersivas de RA ayudaron a los alumnos a mantener más altos

niveles de atención y satisfacción en relación al contenido de aprendizaje, y esto provocó un efecto positivo en los resultados del aprendizaje.

Tabla 3 – Criterios de análisis para la investigación de Di Serio et al. (2013) según Tabla 1.

CA	<i>Impact of an Augmented Reality System on Student's Motivation for a Visual Art Course</i>
CA1	Experiencia aplicada a nivel educativo Secundario
CA2	Material creado por los docentes
CA3	Se evalúa la motivación, la atención y la satisfacción del alumno.
CA4	Instrumento IMMS de Keller.
CA5	Afirman que la experiencia causa un efecto positivo sobre el rendimiento académico (motivación, atención y satisfacción)

4.2.3. Dispositivos Móviles y Realidad Aumentada en el Aprendizaje del Alumnado Universitario

Otra investigación que asocia la RA con el rendimiento académico es la llevada adelante por Cabero et al. (2017) involucrando alumnos que estaban cursando la asignatura “Tecnología Educativa” del segundo curso de grado de Pedagogía, impartido en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla. El número total de participantes fue de 148, de los cuales 36 eran hombres y 112 eran mujeres.

La investigación se desarrolló en el curso académico 2015-16, y tuvo por objetivos conocer el grado de motivación medido mediante el instrumento IMMS de Keller [23] y de las dimensiones que lo conforman. Además se buscó analizar si existían diferencias significativas en el rendimiento alcanzado en los alumnos tras la interacción con apuntes enriquecidos mediante RA, y conocer las valoraciones que los alumnos universitarios hacían de los objetos producidos con RA.

La experiencia trató sobre los contenidos de las “formas de utilizar el video en los procesos de enseñanza-aprendizaje”. Y para ello, se realizó una versión impresa que fue enriquecida con clip de videos, para que fueran

observados por los alumnos a través de diferentes dispositivos móviles, donde se trataron distintos aspectos relacionados con la temática expuesta.

Los instrumentos de recogida de información fueron tres: prueba de elección múltiple para el análisis de rendimiento obtenido por los alumnos tras la interacción, el IMMS para el análisis de la motivación de los alumnos hacia la participación en la experiencia, y un instrumento ad hoc para que los estudiantes evalúen los apuntes enriquecidos con RA.

El estudio señala que los alumnos mejoraron significativamente las puntuaciones en la prueba de conocimiento que inicialmente se les había administrado, con el fin de relevar los conocimientos previos que tenían respecto a las formas de utilizar el video en la enseñanza.

Los autores concluyen que hay una relación significativa entre la motivación del grupo que trabajó con RA y el rendimiento que lograron. A mayor motivación (confianza, atención, satisfacción y relevancia) despertada por los alumnos, mayor rendimiento alcanzaron.

Tabla 4 – Criterios de análisis para la investigación de Cabero et al. (2017) según Tabla 1.

CA	Dispositivos Móviles y Realidad Aumentada en el Aprendizaje del Alumnado Universitario
CA1	Experiencia aplicada a nivel educativo Universitario
CA2	Material creado por los docentes
CA3	Se evalúan las calificaciones, la motivación y la satisfacción del alumno.
CA4	Instrumento IMMS e instrumento ad hoc propio para evaluar el material.
CA5	Afirman que la experiencia aumenta el rendimiento académico en las variables de motivación, calificación y satisfacción.

4.2.4. Experience Fleming's rule in Electromagnetism Using Augmented Reality: Analyzing Impact on Students Learning

En esta investigación, realizada por Harun et al. (2020), se diseñó un experimento basado en RA que ayudó a los alumnos a comprender el

concepto de electromagnetismo de manera práctica. Después de diseñar e implementar el prototipo basado en RA, se llevó a cabo un análisis comparativo para probar las posibilidades del uso de RA. Se explicaron las reglas de Fleming utilizando tecnologías con RA y se enseñó la visualización de la corriente eléctrica, las líneas del campo magnético y la dirección de la fuerza aplicada tomando el ejemplo de un motor eléctrico.

El entorno de aprendizaje de la regla de Fleming y su aplicación se desarrollaron con el software Unity 3d, que ayudó a integrar tanto los objetos 3D como los marcadores.

Los alumnos de los grados más avanzados del nivel medio y de primeros años de Ingeniería fueron elegidos como muestra de investigación. Las muestras se dividieron en 2 grupos diferentes, a saber, el grupo que trabajó con RA y el grupo de enseñanza que siguió la dinámica tradicional. La muestra de investigación no tuvo ningún conocimiento previo del tema elegido. Tampoco tenían experiencia en aplicaciones de realidad virtual y aumentada. El mismo profesor participó en ambos grupos.

Se utilizaron pruebas para evaluar el conocimiento adquirido por los alumnos. Se aplicaron pre y post tests.

Se utilizó un cuestionario para medir la eficacia de las interfaces de usuario, llamado QUIS (Cuestionario para la Satisfacción de la Interacción del Usuario), que es una herramienta que se utiliza para evaluar la satisfacción del usuario.

Los resultados de esta investigación indican que las aplicaciones de RA utilizadas ayudaron a aumentar el rendimiento académico de los alumnos en comparación con el uso de métodos de aprendizaje tradicionales.

Tabla 5 – Criterios de análisis para la investigación de Harun et al. (2020) según Tabla 1.

CA	<i>Experience Fleming's rule in Electromagnetism Using Augmented Reality: Analyzing Impact on Students Learning</i>
CA1	Experiencia aplicada a nivel educativo Secundario y Universitario
CA2	Material creado por expertos
CA3	Se evalúan las calificaciones y la satisfacción del alumno.
CA4	Instrumento QUIS (Cuestionario para la Satisfacción de la Interacción del Usuario).
CA5	Afirman que la experiencia aumenta el rendimiento académico, en las calificaciones y la satisfacción.

4.2.5. Eficacia del aprendizaje mediante *flipped learning* con realidad aumentada en la educación sanitaria escolar

López-Belmonte et al. (2020) presentaron un trabajo cuyo objetivo es conocer la eficacia de una metodología innovadora mediante la combinación del *Flipped Learning* (FL) y la tecnología de RA frente a una dinámica tradicional sin uso de las TIC. El tema abordado es el aprendizaje de contenidos asociados con los protocolos de soporte vital básico (SVB) y las pautas recomendadas para la realización de la reanimación cardiopulmonar (RCP).

Se estableció un diseño experimental a nivel descriptivo y correlacional siguiendo un método cuantitativo, en el que se analizaron y compararon dos grupos de alumnos (control y experimental).

Los sujetos que participaron en este estudio componen una muestra de 60 alumnos del tercer curso de la secundaria. Estos alumnos se encuentran matriculados en dos grupos dentro del mismo nivel académico. El grupo A fue el grupo de control (metodología tradicional sin uso de las TIC) y el grupo B el experimental (metodología innovadora: FL+RA).

Para la recogida de información se utilizó un cuestionario *ad hoc*, compuesto por 44 ítems

clasificados en 3 dimensiones (Social, Componentes curriculares y Grado de aprendizaje) con un formato de respuesta tipo Likert de 1-4, siendo respectivamente “nada” y “totalmente” los valores para los extremos interválicos.

Los autores concluyen que la utilización de entornos facilitados por las TIC como el *flipped learning* y el uso de materiales enriquecidos con RA ha generado en los alumnos un mejor progreso en las distintas variables analizadas como la autonomía, participación, interacción del alumnado con el docente y con sus iguales. No obstante, donde mayor proyección se ha alcanzado es en la consecución de los objetivos didácticos, la interacción de los alumnos con los contenidos y en la motivación del alumnado.

Tabla 6 – Criterios de análisis para la investigación de López-Belmonte et al. (2020) según Tabla 1.

CA	Eficacia del aprendizaje mediante <i>Flipped Learning</i> con RA en la educación sanitaria escolar
CA1	Experiencia aplicada a nivel educativo Secundario
CA2	Material creado por expertos
CA3	Se evalúan la consecución de objetivos didácticos, autonomía, interacción y la satisfacción del alumno.
CA4	Instrumento ad hoc con preguntas clasificadas en 3 dimensiones (Social, Componentes curriculares y Grado de aprendizaje) con escala de Likert.
CA5	Afirman que la experiencia produce un progreso en el rendimiento académico (satisfacción)

Discusión y conclusiones

En este trabajo se realizó un análisis de la Realidad Aumentada y de la relación que ésta tiene con el rendimiento académico. Se realizó una descripción de algunas bondades de la utilización de tecnologías con RA en entornos educativos y se revisó el concepto multidimensional de rendimiento académico, y variables asociadas a éste.

Se analizaron cinco investigaciones que realizan experiencias con tecnologías con RA y que abordan su relación con el rendimiento académico. Para ello, se establecieron criterios a considerar para el análisis.

Los resultados del análisis indican que dos trabajos se centraron en el nivel universitario [24][25], dos en el nivel secundario [6,27], y uno en ambos niveles[26]. El material o herramienta generada para llevar adelante una experiencia con RA fue creado por los mismos alumnos en el trabajo presentado en [24], en cambio en dos trabajos fue creado por los docentes [6,25], y en dos por expertos [26, 27]. En tres trabajos se encontró evidencia de mejora de la motivación [24,6,25], mientras que en los cinco trabajos se encontró evidencia de mejora en la satisfacción [24,6,25,26,27], y en un trabajo se consideró la mejora en la atención, como variable asociada al rendimiento académico [6]. Además tres trabajos arrojaron resultados de mejora en las calificaciones [24,25,26]. Respecto de los instrumentos de recogida de datos, tres trabajos utilizaron un instrumento estandarizado [6,25,26], mientras que dos trabajos utilizaron instrumentos ad-hoc [24,27].

Este análisis permite visualizar una tendencia a medir tres variables del rendimiento en particular (motivación, satisfacción y calificaciones). Para finalizar, se observa que los resultados en todas las experiencias analizadas son positivos en cuanto a las mejoras del rendimiento cuando utilizan tecnologías con Realidad Aumentada.

Como trabajo futuro, se profundizará esta investigación y se abordará una experiencia propia para indagar sobre esta relación aquí analizada.

Referencias

- [1] J. Ierache, S. Igarza, N. Mangiarua, M. Becerra, S. Bevacqua, N. Verdicchio, F. Ortiz, D. Sanz, N. Duarte, M. Sena, . *Herramienta de Realidad Aumentada para Facilitar la Enseñanza en Contextos Educativos Mediante el Uso de las TICs*. Universidad Nacional de La Matanza, Bs.As., 2014.
- [2] J. R. Ramírez Otero, S. Solano Galindo. *ARprende: una plataforma para realidad aumentada en Educación Superior*. Universidad del Atlántico, Colombia, 2017.
- [3] L. Moralejo, C. Sanz, P. Pesado, S. Baldassarri. *Avances en el diseño de una herramienta de autor para la creación de actividades educativas basadas en realidad aumentada*. Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación Especial N°12. ISSN 1850-9959. 2014.
- [4] J. Cubillo Arribas, S. Martín Gutiérrez, M. Castro Gil, A. Colmenar Santos. *Recursos Digitales Autónomos Mediante Realidad Aumentada*. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), España. 2014.
- [5] J. Martín-Gutiérrez, P. Fabiani, W. Benesova, M. Dolores Meneses, C.E. Mora. *Augmented reality to promote collaborative and autonomous learning in higher education*. Computers in Human Behavior 51. 2014.
- [6] A. Di Serio, M.B. Ibañez, C. Delgado Kloos. *Impact of an augmented reality system on student's motivation for a visual art course*. 2013.
- [7] R. Fabregat Gesa. *Combinando la realidad aumentada con las plataformas de e- learning adaptativas*. 2012.
- [8] J. Cabero, J. Barroso. *The educational possibilities of augmented reality*. New approaches in Educational Research. Vol 5. N° 1. 2016.

- [9] R. Cózar Gutierrez, J.A. Hernández Bravo, M. De Moya Martinez, J. R. Hernández Bravo. *Tecnologías emergentes para la enseñanza de las Ciencias Sociales. Una experiencia con el uso de Realidad Aumentada para la formación inicial de maestros*. 2015.
- [10] J. Sánchez Bolado. *El potencial de la realidad aumentada en la enseñanza del español como lengua extranjera*. 2016.
- [11] B. Fernández Robles. *La utilización de objetos de aprendizaje de realidad aumentada en la enseñanza universitaria de educación primaria*. 2018.
- [12] J. J. Leiva Olivencia, N. M. Moreno Martínez. *Tecnologías de geolocalización y realidad aumentada en contextos educativos: experiencias y herramientas didácticas*. 2015.
- [13] R. Edel Navarro. *El Rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo*. 2013.
- [14] A. Burga León. *Evaluación del rendimiento académico. Introducción a la teoría de respuesta al ítem*. 2005.
- [15] P. Grasso Imig. *Rendimiento académico: un recorrido conceptual que aproxima a una definición unificada para el ámbito superior*. 2020.
- [16] M. P. Guzmán Brito. *Modelos predictivos y explicativos del rendimiento académico universitario: caso de una institución privada en México*. Universidad Complutense de Madrid. 2012.
- [17] D. I. V. Cascón. *Análisis de las calificaciones escolares como criterio de rendimiento académico*. 2000.
- [18] H. Lamas. *Sobre el rendimiento escolar*. 2015.
- [19] M. Artunduaga Murillo. *Variables que influyen en el rendimiento académico en la universidad*. 2008.
- [20] H. Lamos Díaz, J. A. Giraldo Sagra. *Un modelo conceptual para el análisis del desempeño académico de los estudiantes de cálculo I en la UNAB*. 2011.
- [21] J. J. Ramírez Echeverry, L. F. Rosales Castro, F. Restrepo-Calle, F. A. González. *Aprendizaje autorregulado en un curso de programación de computadores*. 2018.
- [22] B. Kitchenham, O. P. Brereton, D. Budgen, M. Turner, J. Bailey, S. Linkman. *Systematic literature reviews in software engineering - A systematic literature review*. 2008.
- [23] J. M. Keller. *Strategies for stimulating the motivation to learn. Performance and Instruction*, 26 (8). 1987.
- [24] E. Redondo Domínguez, D. Fonseca Escudero, A. Sánchez Riera, I. Navarro Delgado. *Mobile Learning en el ámbito de la arquitectura y la edificación. Análisis de casos de estudio*. 2014.
- [25] J. Cabero Almenara, B. Fernández Robles, V. Marín Díaz. *Dispositivos móviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario*. 2017.
- [26] Harun, N. Tuli, A. Mantri. *Experience Fleming's rule in Electromagnetism Using Augmented Reality: Analyzing Impact on Students Learning*. 2020.
- [27] J. López-Belmonte, S. Pozo, A. Fuentes, J.M. Romero. *Eficacia del aprendizaje mediante flipped learning con realidad aumentada en la educación sanitaria escolar*. 2020.
- [28] M. P. Dieser. *Estrategias de autorregulación del aprendizaje y rendimiento académico en escenarios educativos mediados por tecnologías de la información y la comunicación. Revisión y análisis de experiencias en la Educación Superior Iberoamericana*. 2019.

Recursos educativos multimediales, el reto a un clic

Delia Esther Benchoff^{1,2}

¹ *Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Mar del Plata, Av. J.B. Justo 4302, Mar del Plata, Argentina*

² *Instituto de Psicología Básica, Aplicada y Tecnología (IPSIBAT) - Facultad de Psicología - Universidad Nacional de Mar del Plata y CONICET, Funes 3280 - Cuerpo 5 Nivel 3, Mar del Plata, Argentina*

ebenchoff@fi.mdp.edu.ar

Resumen

El artículo presenta parte de la investigación realizada durante la elaboración de la tesis de la carrera Magister en Tecnología Informática Aplicada en Educación, titulada “*Recursos educativos multimediales en repositorios de acceso abierto de América Latina: estudio de caso*”. La indagación reporta 660 repositorios en América Latina. Se exponen los resultados de 15 repositorios de Argentina que alojan objetos de aprendizaje. Los hallazgos exponen el problema de la visibilidad de los recursos educativos multimediales, alojados en repositorios digitales de acceso abierto, en particular los relacionados con la Educación Física.

Palabras clave: acceso abierto, recurso educativo multimedia, repositorio digital.

Introducción

Dentro del variado universo de los saberes, hay aquellos que requieren la demostración y práctica continua para su aprendizaje, i. e., los vinculados con Educación Física. Cabe preguntar, considerando el contexto actual de virtualización de la educación ¿qué impacto tendría en la comunidad educativa, la existencia de recursos educativos multimedia en repositorios digitales de acceso abierto?

Un recurso educativo multimedia abierto, REM, es un material educativo digital, interactivo, disponible, con acceso abierto, que integra en una sola tecnología elementos textuales: secuenciales e hipertextuales; y audiovisuales: gráficos, sonido, vídeo y

animaciones; publicado con una licencia abierta, como Creative Commons [1], que permite el acceso gratuito, así como su uso, adaptación y redistribución por otros, sin ninguna restricción, o con restricciones limitadas.

El repositorio digital es un sistema de archivos digitales y aplicaciones Web centralizadas, diseñado para alojar, organizar, gestionar, preservar y ofrecer acceso libre, en soporte digital, a la producción científica, académica o de cualquier índole cultural [2].

En las conclusiones sobre el estado de arte de los repositorios de recursos educativos en América Latina, Astudillo, Willging y García señalan “*la existencia de repositorios digitales para la difusión de producciones científicas más que de materiales educativos*” [3], situación que está cambiando positivamente gracias al avance de la Escuela 2.0 y la repentina virtualización de la educación en marzo de 2020.

Los materiales educativos almacenados en soportes digitales externos, i. e., CDROM, DVD corren el riesgo que jamás sean vistos y aprovechados a causa de la extinción de la tecnología, y su acceso limitado, solo a través de la biblioteca de la institución que los aloja; de allí, surge la necesidad de almacenarlos en una red de alcance mundial como es Internet y, particularmente, en repositorios digitales, tecnología pensada, entre otras acciones, para la visibilidad y preservación de los objetos digitales.

Panorama en América Latina

América Latina reporta 660 repositorios digitales de acceso abierto. Perú, Brasil, Colombia y Argentina, ocupan las primeras posiciones con 154, 151, 90 y 70 repositorios digitales; en los últimos lugares están Puerto Rico y Guatemala, con 1 solo repositorio. El 87% de los repositorios relevados son de tipo institucional, RI, y el 79% de los acervos aplican la plataforma de gestión DSpace. Estos resultados presentan la misma tendencia que los observados en el orden mundial, y fueron extraídos en julio del año 2020 desde OpenDOAR [4]. El texto escrito es predominante, en los tipos de publicación. Cabe recordar que el origen de los RI estuvo vinculado a la necesidad del depósito de tesis y publicaciones científicas. Las estadísticas relevadas, ilustradas en la Figura N° 1, exhiben en los primeros lugares las producciones textuales, con formato de archivo PDF/A; y en las últimas posiciones otros tipos de recursos, como Patentes y Software. Los Objetos de Aprendizaje, ocupan una posición intermedia, y en su mayoría, son de tipo textual.

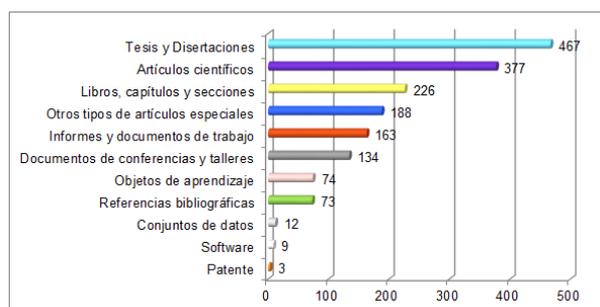


Figura N° 1: Tipo de contenido en repositorios digitales de América Latina

Interoperabilidad entre los repositorios

La iniciativa de acceso abierto (OAI) dio origen al protocolo Open Archive Initiative-Protocol for Metadata Harvesting (OAI-PMH); el cual proporciona un marco de interoperabilidad entre los acervos, basado en la recolección de metadatos, independiente del software de gestión del repositorio. OAI-PMH

separa el objeto digital de los metadatos, y destaca dos funciones cruciales, desempeñadas por los proveedores de: “*datos o contenidos*” y “*servicios*”. Este protocolo se basa en el esquema de metadatos Dublin Core (DC) [5].

Los metadatos son un conjunto de información estructurada que sirve para describir, explicar, localizar o facilitar la obtención, el uso o la administración de una obra almacenada en un repositorio digital.

Un proveedor de datos o de contenidos es un sistema (máquina o humano) que administra un repositorio digital, que actúa en nombre de autores que envían sus obras para ser publicadas. Cada proveedor proporciona a los autores: un medio de envío (autoarchivo), un sistema Web de almacenamiento a largo plazo y expone los metadatos estructurados de sus colecciones a través del protocolo OAI-PMH. Un proveedor de servicios, como OpenDOAR, realiza, vía OAI-PMH, solicitudes de servicio para cosechar los metadatos de los proveedores de datos; y los usa para crear aplicaciones de usuario final, basadas en dichos datos.

Directrices y recomendaciones

Existen tratados internacionales, que ofrecen directrices para el uso de estándares y protocolos como el OAI-PMH; y orientan a los proveedores de contenidos, en pos de lograr la interoperabilidad a través del intercambio de metadatos entre los acervos. El primero data del año 2006 denominado Driver 1.0, el cual refería solamente al intercambio de recursos textuales, evolucionando a OpenAIRE 3 y a partir de 2020 a data.cite [6]. El esquema data.cite, incluido en las directrices OpenAIRE 4, mantiene las características enunciadas en OpenAIRE 3 del elemento type, y agrega los valores de la lista controlada (data.cite), al elemento resourceTypeGeneral, e incluye las opciones: Audiovisual, Collection, DataPaper, Dataset, Event, Image, InteractiveResource, Model, PhysicalObject, Service, Software,

Spund, Text, Workflow, Other. La opción: InteractiveResource, aplica para un recurso que requiere interacción desde el usuario para ser entendido, ejecutado, o experimentado. Cabe señalar que no se encuentra una opción para tipificar un recurso educativo. El valor InteractiveResource podría ser útil para referir a un recurso multimedia, pero no necesariamente a un recurso educativo [7].

COAR ofrece el valor Interactive resource, en dc.type, para tipificar “*un recurso que requiere la interacción del usuario para ser entendido, ejecutado o experimentado. Los ejemplos incluyen formularios en páginas web, subprogramas, objetos de aprendizaje multimedia, servicios de chat o entornos de realidad virtual*” [8]. Esta definición aportaría la diferencia en el éxito de una buena cosecha, en lo concerniente a la presente investigación, porque la opción Interactive resource del elemento dc.type, incluye objetos de aprendizaje multimedia, hasta el momento es lo más cercano a la caracterización de un REM; de todas formas se necesitaría una mayor especificidad, dado que el abanico de posibilidades incluidas difiere significativamente uno de otro, por ejemplo: servicios de chat es muy diferente a objeto de aprendizaje multimedia, y ambos pertenecen al mismo tipo, el resultado de una búsqueda con el valor Interactive resource, no necesariamente arrojaría recursos educativos multimedia.

Las directrices de 2015, del Sistema Nacional de Repositorios Digitales de Argentina (SNRD), están basadas en OpenAIRE 3, las cuales ampliaron las normas para la interoperabilidad de recursos en formatos diversos, i.e., archivos multimedia.

En las estadísticas informadas por OpenDOAR se observa, particularmente, el tratamiento de los valores cosechados de los elementos del esquema Dublin Core: dc.type, correspondiente al tipo de publicación

(Artículo científico, Tesis, Libro, Objeto de aprendizaje, etc.); y dc.subject, vinculado al tipo de contenido, tema o materia; ambos basados en vocabularios controlados (VC).

Argentina en foco

OpenDOAR expone 15 repositorios en Argentina con “*Objetos de aprendizaje*”. Se inicia la exploración de estos repositorios en pos de localizar recursos educativos multimedia, en particular, cuyos contenidos refieran a Educación Física. Los parámetros de búsqueda que se aplican en cada repositorio son: “*recurso educativo multimedia*” y/o “*educativo multimedia*”. A continuación, se resume cada uno de ellos informando los hallazgos.

1. Ansenzuza, <https://ansenuza.unc.edu.ar/>, almacena materiales educativos para la enseñanza en diversas áreas disciplinares, producidos por docentes, estudiantes y egresados de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) y de la Dirección General de Educación Superior (DGES). Estos materiales pueden ser consultados por otros docentes de los diferentes niveles educativos, y reutilizados de acuerdo a sus contextos y necesidades diversas. Está organizado en las comunidades: DGES, Docentes en ejercicio, Investigación, UNC-DGES y UNC. Se explora la comunidad Docentes en ejercicio, aplicando los parámetros mencionados sin obtener resultados.
2. Argos es el Repositorio Institucional de la Secretaría de Investigación y Postgrado de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Misiones, <http://argos.fhycs.unam.edu.ar/>, utiliza el software DSpace. Está organizado en las Comunidades: Producción científica, Producción docente, Revistas, SINVyP – Documentos, Tesis de Posgrado y

Trabajos presentados en eventos. La comunidad “*Producción Docente*”, incluye materiales didácticos (informativos, ilustrativos, experimentales), elaborados por los docentes. Está organizada en dos colecciones: “*Artículos en publicaciones periódicas*” y “*Material de cátedra*”. Los recursos explorados son textuales excepto el ítem: “*La escuela de Alem, Misiones, Soto y Rivarola*”, que consiste en una presentación visual secuencial, construida con 9 diapositivas con fotografías de la escuela. El registro completo del ítem, incluye el elemento dc.format con el valor application/pdf, dato impreciso, dado que el recurso está disponible en un archivo pptx asociado a la aplicación Power Point 2007.

3. La Biblioteca digital de la Biblioteca Nacional de Maestros, BNM, <http://www.bnm.me.gov.ar/catalogo/>, dispone de más de 40.000 recursos digitales organizados por colecciones. La búsqueda con el parámetro “*educativo multimedia*”, arroja 532 resultados: 123 “*CDROM*”, 179 “*Video*”, entre otros formatos disponibles para la consulta presencial, no virtual; al refinar la búsqueda seleccionando la opción “*recurso en línea*”, el primer resultado se reduce a 43 recursos disponibles, de los cuales 42 están catalogados como “*Libro electrónico*” y 1 como “*Software*”.
4. Biblioteca Virtual UNL, <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/>, es el repositorio de la Universidad Nacional del Litoral, está organizado en 8 colecciones: grado, investigación, posgrado, docente, editorial, institucional, patrimonio histórico y biblioteca parlante. La colección “*Docente*”, contiene la colección “*Taller de cine*”, la cual puede consultarse por Autor, Palabra clave y Fecha. Las palabras claves son: Ficción

(11), Documental (7), Taller de cine UNL (4), Música (3), Beatriz Vallejos (1), Bernatek (1), Boxeadoras (1), Boxeo (1), Carnaval (1), Carver (1), Cortometraje (1), Cortázar (1), Desaparecidos (1), Documental (7). Estos recursos son videos, y cabe señalar la precisión en la representación del objeto, observando la descripción del ítem completo, donde el elemento dc.description tiene el valor “*documental*” y el elemento dc.type el dato “*Video*”.

5. El Abrigo es el repositorio institucional del Servicio Meteorológico Nacional, <http://repositorio.smn.gov.ar/>, aloja 1.270 recursos; y está organizado en las colecciones: Artículos (69), Boletines (639), Informes y notas técnicas (283), Libros (26), Ponencias (178), Videos (75), recursos audiovisuales (Videos educativos: 51; videos institucionales: 24). Si bien no aloja recursos educativos multimedia, se destaca la exactitud en la representación de cada recurso, i. e., el registro completo del ítem titulado “*¿Qué es el efecto invernadero?*”, de la subcolección “*Videos educativos*”, expone el contenido de los elementos dc.format: video/avi y dc.type: *Videograbación*.
6. Memoria académica, <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/>, es el repositorio de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de la Plata. Se puede explorar por comunidades o por colecciones. Las comunidades son: Institucional: Académica, Bibliotecología, Ciencias de la Educación, Ciencias Exactas y Naturales, Educación Física, entre otras. Las colecciones son: Artículos de revistas, Tesis de grado y de posgrado, Trabajos presentados a eventos, Libros y capítulos de libros, Proyectos de investigación, Proyectos de extensión, Planes de estudio, Programas de materias

y seminario, Normativa, Convenios. El resultado de la 1° búsqueda informa 43 documentos; y el resultado aplicando el 2° parámetro arroja 217 documentos. Se hace una exploración de los documentos y se observa que el contenido es de tipo textual no multimedia.

7. RepHipUNR, también denominado Biblioteca Virtual Puntoedu, <http://biblioteca.puntoedu.edu.ar/>, es un repositorio hipermedial, organizado en Comunidades que corresponden a Facultades, Departamentos, Centros de Investigación y otras organizaciones dedicadas a la educación y/o investigación de la Universidad Nacional de Rosario. La búsqueda con el parámetro *educativo multimedia* retorna un resultado que remite a un artículo textual en formato PDF.
8. UNA, <http://repositorio.una.edu.ar>, es el Repositorio institucional digital de la Universidad Nacional de las Artes (Rid-UNA). Está organizado, entre otras, en las comunidades: Artes multimediales, Crítica de artes, Folklore, Formación docente, Artes audiovisuales, Artes del movimiento. Los resultados de las búsquedas con los parámetros establecidos arroja el mensaje: “La búsqueda no produjo resultados”. El acervo aloja 1.176 recursos, cuyo Tipo de Material (*metadata type*) corresponde, entre otros, a: Artículo de Publicación periódica (466), Blog (5), Capítulo de Libro (28), Catálogo (2), Ejecución Musical (2), Ensayo (1), Entrevista (51), Informe de investigación (1), Libro (3), Trabajo Final Integrador de Especialización (15), Video (2). La exploración del acervo por materia (*metadata subject*) presenta un listado extenso, de las cuales se muestran las primeras, junto a la cantidad de recursos que referencia, cerrados entre paréntesis: Multimedia (12), Programación (4), Interactividad (3), Interfaces tangibles (3), Sonido (3), Audiovisuales (2). La materia “*Multimedia*” referencia 12 recursos, cada uno de ellos refiere a archivos en formato PDF, tipificados como “*Artículo de Publicación periódica*”, publicados en la “*Revista de Investigación Multimedia*” (RIM).
9. El repositorio UNDAV (RDD), <http://rdd.undav.edu.ar/cgi-bin/library.cgi>, está organizado en las colecciones: Artículos de revistas, Tesis de posgrado, Informes, Trabajos presentados a eventos, Libros y capítulos de libros e Informes. Los recursos que alberga son archivos en formato PDF. En este repositorio no se encuentra REM. Las temáticas que aborda, entre otras, son: Arte, Arquitectura y Urbanismo, Ciencias Políticas, Economía, Actividad Física y Deporte; se indaga ésta última y encuentra un trabajo final de especialización denominado “*Proyecto del área de Educación Física para la mejora de una escuela pública primaria en el distrito de Avellaneda: Una propuesta para aumentar la matrícula*” (2015), el cual solo ofrece la referencia bibliográfica.
10. Repositorio Institucional del Ministerio de Educación de la Nación, está disponible en <http://repositorio.educacion.gov.ar/>, y ofrece los materiales producidos por las diversas áreas del Ministerio: objetos de aprendizaje, normativa, documentos, imágenes, videos, audios, etc., para su consulta y descarga. La exploración se puede realizar por: Autores, Títulos, Temas, Fecha de publicación, Modalidades de la enseñanza, Normativa, Áreas del Ministerio. Ésta última, contiene entre otras, las colecciones: Ministerio de Educación de la Nación (33.813), Documentos -áreas históricas- (825), El Monitor de la Educación (12.188),

Pinacoteca (10), Resoluciones Ministeriales (11.742), Conectar Igualdad (41). La búsqueda con el parámetro “*recurso educativo multimedia*”, y la opción “*Incluir solo resultados con objeto digital*”, produjo 73 resultados, todos los recursos de tipo textual, en formato de archivo PDF. Dentro de la colección “*Conectar Igualdad*” se encontraron 41 ítems, de los cuales 7 son documentos en formato PDF, con las secuencias didácticas de los objetos educativos multimedia, disponibles en el sitio Educ.ar, precedidas por el enunciado “*Todas responden a un formato común, que refleja las características fundamentales de los recursos multimedia: interactividad y navegación lineal*”. Educ.ar, portal educativo del Ministerio de Educación de la Nación Argentina, es un sitio Web que expone un listado de 15.439 recursos educativos relacionados con las diversas áreas del conocimiento, con el propósito de promover la enseñanza y el aprendizaje de calidad; no es un repositorio digital, en otros términos, no tiene la estructura, ni cumple los requisitos establecidos para los repositorios digitales establecidas en las Directrices 2015 del SNRD; lo que implica que los recursos que aloja no son cosechados por los proveedores de servicios. Los recursos del programa “*Conectar igualdad*” se acceden desde la opción “*formato interactivo*”. Durante la exploración de la secuencia didáctica de “*Materiales de Geografía*”, ocurrió el “*error 404*”, con el mensaje “*Página no encontrada*”. Este error sucede frecuentemente, sobre todo en objetos digitales que carecen de un identificador persistente; cuestión resuelta en los repositorios digitales que adhieren a las

directrices internacionales, quienes aplican Handle¹ o DOI². El uso de un identificador persistente, garantiza el acceso al recurso, aun cuando cambie la URL en la cual estaba alojado.

11. RIDAA-UNQ es el Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes, <http://ridaa.unq.edu.ar/>. Está organizado en las comunidades: Departamento de Ciencias Sociales, Departamento de Ciencia y Tecnología, Departamento de Economía y Administración, Editorial, Escuela Universitaria de Artes, Secretaría Académica, Secretaría de Educación Virtual, Secretaría de Investigación y Secretaría de Posgrado. La búsqueda con el parámetro “*educativo multimedia*”, expone dos ítems, ambos pertenecen a la colección “*Libros*”, en formato PDF, tal como lo indica el contenido de los elementos incluidos en el registro completo de cada ítem: dc. type: info:ar-repo/ semantics/ libro, unq. tipo. snrd: info: eu-repo / semantics/ book y dc. format: application/pdf.
12. Repositorio Universidad de Belgrano, <http://repositorio.ub.edu.ar>, está organizado en las comunidades: Cátedras, Documentación Académica, Documentos de Trabajo, Editorial de Belgrano, Investigación, Las tesinas de Belgrano, Las tesis de Belgrano, Libros Digitales, Planes de Estudios y Cursos, Presentaciones de Alumnos, Programas de Educación Internacional, Programas de Materias, Publicaciones de la Universidad de Belgrano, Red Latinoamericana de Cooperación Universitaria (RLCU). La búsqueda con los parámetros especificados no informó resultados.

¹ Handle: identificador persistente.

² DOI: digital object identifier, en español identificador de objeto digital.

13. TROVARE es el Repositorio Institucional (RI) del Instituto Universitario (IUHI) y del Hospital Italiano de Buenos Aires (HIBA), <http://trovare.hospitalitaliano.org.ar>. Está organizado en las colecciones: Artículos de Revistas, Audiovisuales, Documentación institucional, Investigación, Libros y capítulos de libros, Planes de estudio y programas, Ponencias, Publicaciones, Tesis y trabajos finales. La búsqueda con los parámetros establecidos mostró el mensaje "No hay documentos que correspondan a la consulta".
14. SEDICI es el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de La Plata, <http://sedici.unlp.edu.ar>, y es parte del estudio de caso planteado en esta tesis. Está desarrollado en DSpace, aloja más de 102.900 recursos organizados en colecciones. Se distingue de otros repositorios de América Latina, por el volumen y visibilidad de sus colecciones, sus políticas, la adhesión a las directrices internacionales, los servicios de acompañamiento para el autoarchivo, la interoperabilidad entre los diferentes centros, la formación en línea y cursos de posgrado, el continuo llamamiento a los actores institucionales a publicar sus obras en abierto, la posibilidad de establecer convenios interinstitucionales para el depósito de sus obras. Entre otras colecciones se destacan las siguientes en línea con esta investigación. *Recursos educativos Abiertos*, con 382 objetos digitales ordenados por unidad académica y, dentro de ellas, por asignatura. Su origen corresponde a la Dirección General de Educación a Distancia y Tecnologías (EAD); ofrece a partir de 2020 la colección "*Materiales y videos para acceder y trabajar en aulas virtuales*", que aloja 24 recursos para acompañar la virtualización de la educación, diferenciados por 2 tipos de documento; 18 ítems de "*Material complementario*", en formato de archivo PDF/A; y 6 ítems en "*Video*", con enlace externo a Youtube. La colección "*Objetos de aprendizaje*" pertenece a la comunidad "*Unidades académicas*", y subcomunidad "*Facultad de Informática*", incluye objetos de aprendizaje que han sido evaluados y distinguidos en el concurso anual, en pos de fortalecer la producción de contenidos propios por parte de los docentes de la facultad, para innovar en las prácticas de enseñanza. Cuenta con 23 ítems interactivos, que incluyen textos e imágenes fijas y/o en movimiento, y/o simuladores. En diciembre del 2019 se creó la colección "*Recursos Educativos Multimediales*" dentro de la subcomunidad "*Facultad de Informática*" para alojar las producciones vinculadas al estudio de caso de la tesis. Actualmente aloja 7 REMs con contenidos de Educación Física.
15. El repositorio Biblioteca digital Pro-Huerta (INTA - MDS), desarrollado con el software de gestión Greenstone, <https://inta.gob.ar/documentos/prohuerta>, está organizada en 6 colecciones: Libros y Cartillas, Videos, Audio, Multimedia, Boletines, JICA. Red Latinoamericana. La colección "*Multimedia*", ofrece dos recursos que incluyen: texto, imágenes, audio, música, vínculos, lección, actividades.
- En la mayoría de los repositorios de Argentina, en línea con las directrices 2015 del SNRD, se observa el uso de dc.type en 2º instancia con el valor "*Other*", para referir a objetos digitales que incluyen, entre otros: fotografía, plano, mapa, diapositiva, póster, imagen satelital, radiografía, transparencia, película, documental, videograbación. En algunos repositorios aplican el elemento dc.subtype, para brindar más detalles sobre la característica

del contenido, i. e.: audio, video, interactivo, multimedia.

Problema de visibilidad

El acceso a los recursos depositados en los repositorios digitales de acceso abierto, depende de la existencia, divulgación y cosecha de sus colecciones, cuestiones sistematizadas, mediante la definición y uso de esquemas de metadatos internacionales, para la representación de los recursos alojados dentro de los acervos. La precisión de la información incluida en los metadatos, tarea del administrador de cada repositorio, garantiza la localización de los objetos almacenados en los acervos, en otras palabras, es lo que dará o no visibilidad a cada obra.

El problema de la visibilidad, cuestión que impacta en el éxito, por un lado, de una buena cosecha, y por otro, la recuperación rápida de una obra, tiene varias aristas, entre las cuales se distinguen:

- La adhesión, o no, del repositorio al protocolo OAI-PMH, que brinda el marco de interoperabilidad entre los acervos; y a las directrices internacionales como OpenAIRE.
- La aplicación de los metadatos dc.type y dc.format según los lineamientos de OpenAIRE 3. El término other del VC info: eu-repo como valor para el elemento dc.type, genera indefinición del tipo de objeto digital, en la instancia obligatoria; si bien, puede especificarse en la segunda instancia, con algún término del VC del repositorio local, i. e., el VC info:ar-repo/semantics/ de SNRD 2015, la práctica no favorece el uso de un vocabulario común, lo que impacta en problemas de interoperabilidad entre los acervos; además el término Objeto de aprendizaje no figura en el VC info: eu-repo. Con respecto a dc.format, quizás, resulte conveniente su obligatoriedad, para indicar el medio

informático asociado al objeto digital; i.e. el uso de los valores del VC IANA, que define los tipos de medios de Internet [9].

- La tarea de registro por parte de los administradores de los acervos, en cuanto a la especificidad en la caracterización del ítem.
- La inclusión de campos en los formularios de búsqueda de cada repositorio, relacionados con recursos educativos y los medios informáticos en los cuales están disponibles.

Conclusión

OpenDOAR hospeda 15 repositorios de Argentina, que reportan “*Objetos de aprendizaje*”, la mayoría de tipo textual. Si bien, no se puede afirmar la ausencia de recursos educativos multimedia, luego de la exploración realizada resulta difícil su localización.

Es notable el esfuerzo de los administradores de repositorios digitales en pos de ofrecer la estructura necesaria, para el almacenamiento de las producciones de la institución, pero se observa que en algunas instituciones, sus actores desconocen y/o no aplican la estructura vigente, como el caso del Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), <https://rdu.unc.edu.ar/>, donde existe una estructura vacía, i. e. la colección “*Recursos Educativos en Abierto*” disponible en la mayoría de las Facultades.

Los obstáculos y oportunidades encontrados involucran, por un lado, a los valores de los metadatos dc:type, dc:format junto a los metadatos dc:subject, dc:description; y por otro a los términos de los VC y la lista de tipos de medios de Internet, los cuales cobran vital importancia para la cosecha de los recursos educativos, en particular los multimediales

La tarea de localización se dificulta a medida que se focaliza la búsqueda. En las directrices

de DRIVER 2.0, bajo el título “Reto, ¿Qué esperan los investigadores?”, se lee, “... *La recuperación debe ser rápida, directa (a una distancia de unas pocas pulsaciones del ratón) y versátil [...] Aunque se han establecido servicios valiosos de búsqueda y recuperación de registros bibliográficos (metadatos), el recurso en sí a veces se oculta entre varias páginas intermedias, escondido entre procedimientos de autorización, con presentación incompleta o totalmente irrecuperable ...*” [10]

Con respecto al elemento dc.format, si bien su uso es recomendado, no obligatorio; sería oportuno aplicarlo siempre en los recursos educativos, para indicar el medio informático, detallando el software y/o hardware requerido.

Durante la exploración de los REMs localizados, surgieron cuestiones vinculadas a las amenazas que pueden sufrir un objeto digital; como su desaparición/obsolescencia (accesibilidad del recurso) o cambio de enlace para algún elemento (permanencia del recurso).

La carencia y/o ausencia de REMs con contenidos de Educación Física en los repositorios relevados, constituye una afirmación precipitada; pero evidencia que este tipo de recursos está oculto, con presentación incompleta y/o irrecuperable; en otros términos, no están visibles.

Durante la exploración del repositorio de la BNM, se informó la existencia de recursos disponibles para la consulta presencial, no virtual; cuestión que expone el desafío de preservar estos recursos depositándolos dentro de un repositorio digital; situación presente en muchas instituciones que aún no cuentan con este tipo de tecnología.

El reto, de una recuperación rápida, directa y versátil de los objetos digitales alojados en repositorios digitales, sigue vigente, para los investigadores, y/o docentes, y/o estudiantes

que buscan recursos educativos multimedia de asignaturas específicas, en repositorios digitales de acceso abierto, en particular los vinculados a la Educación Física, disciplina ausente en los VC mencionados; por lo tanto la probabilidad de su localización se hace aún más difícil.

Bibliografía

- [1] Creative Commons (CC). *Licencias Creative Commons*. <https://creativecommons.org> . 2020
- [2] De Giusti, M. R. *Curso de Repositorios Digitales*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/82632> . 2019.
- [3] Astudillo, G.; Willging, P.; García, P. *Estado de arte de los repositorios de materiales educativos en Latinoamérica*. Conferencia VI Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. <http://hdl.handle.net/10915/184312018> . 2011.
- [4] OpenDOAR. *The Directory of Open Access Repositories*. <https://v2.sherpa.ac.uk/opensoar/> . 2020.
- [5] OAI. *The Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting*. <http://www.openarchives.org/OAI/openarchiv.esprotocol.htm> . 2020.
- [6] OpenAIRE. *Directrices de OpenAIRE*. <https://www.openaire.eu/openaire-history>. 2020.
- [7] DataCite Metadata Working Group. *DataCite Metadata Schema Documentation for the Publication and Citation of Research Data. Version 4.3. DataCite e.V.* <https://doi.org/10.14454/7xq3-zf69> . 2019.
- [8] COAR. *Interactive resource*. http://vocabularies.coar-repositories.org/pubby/resource_type/c_e9a0.html . 2020.

[9] IANA. *Media Types*.
<http://www.iana.org/assignments/media-types/index.html>. 2020.

[10] DRIVER *DRIVER 2.0. Directrices para proveedores de contenido - Exposición de recursos textuales con el protocolo OAIPMH*.
<http://www.lareferencia.info/es/recursos/directrices-metadatos/25-exposicion-de-recursos-textuales-con-el-protocolo-oai-pmh/file> .
2008.

Revisión sistemática sobre la meta- anotación de videos educativos con emociones

Astudillo, Gustavo J.¹ Sanz, Cecilia V.² Baldassarri, Sandra³

¹ *GrIDIE. Facultad de Ciencias Exactas Naturales. UNLPam*

² *III LIDI – CIC. Facultad de Informática. UNLP*

³ *AffectiveLab. Universidad de Zaragoza*

astudillo@exactas.unlpam.edu.ar, csanz@lidi.info.unlp.edu.ar,
sandra@unizar.es

Resumen

En este trabajo se presenta una revisión sistemática de literatura sobre la meta- anotación de videos educativos con emociones. El trabajo permitió analizar 18 investigaciones que echan luz parcialmente sobre la temática, aportando la meta- anotación de videos educativos, o de videos con emociones, o de recursos educativos con emociones. Sin embargo, se evidencia la necesidad de profundizar en investigaciones que aborden meta- anotar videos educativos con emociones.

Palabras Clave: metadatos, estándares, video educativo, emociones

Introducción

La creciente popularidad de las redes sociales, así como la facilidad de producción de recursos multimedia digitales, han generado un rápido crecimiento del volumen de recursos multimedia (imágenes, música y videos), lo que ha impulsado una gran demanda vinculada a la administración, recuperación y análisis de estos recursos [1].

Los usuarios no sólo acceden al contenido, también realizan comentarios. Éstos contienen opiniones, pero también revelan emociones [2].

Toda esta interacción es registrada sólo en parte. Además, en su mayoría, los metadatos que describen este tipo de recursos no siempre están estructurados, lo que limita las

posibilidades de una indexación y consulta eficientes [2]. Generalmente, se almacenan en archivos separados, lo que reduce la accesibilidad [3]. Esto, además, limita la capacidad de procesamiento, la reutilización e interoperabilidad [4].

Si bien los recursos disponibles contienen metadatos, en muy pocos casos se relacionan con las emociones que los mismos provocan en los usuarios (captura de las emociones: expresiones faciales, señales fisiológicas, seguimiento ocular, entre otras). Esto puede ser de interés en el ámbito educativo para tomar decisiones en las recomendaciones de otros videos al usuario, o para realizar intervenciones didácticas por parte de un docente [5], [6].

Este artículo se enfoca en identificar y analizar investigaciones que proponen el meta- anotado de videos educativos teniendo en cuenta tanto el aspecto pedagógico como emocional, a partir de una revisión sistemática de literatura.

El artículo se organiza como sigue, se inicia con el marco teórico que sustenta esta investigación, luego se presenta la metodología utilizada para la revisión sistemática de literatura, seguida por una sección con los resultados del proceso de selección. El artículo finaliza con una discusión de los resultados y las conclusiones.

Background teórico

Elicitación y representación de emociones

Según [7] La emoción “es la reacción del organismo ante cualquier perturbación en el entorno perceptivo [, mientras que el] estado de ánimo (por ejemplo, la tristeza) identifica el sentimiento que queda en el organismo, después de que la causa de la emoción ha cesado, y es más cognitivo y menos emotivo.” (p. 221).

La Computación Afectiva expande la interacción persona-computadora al incluir la comunicación emocional [8]. Según Baldassarri [9], la Computación Afectiva tiene como objetivo “el desarrollo de dispositivos y sistemas capaces de reconocer, interpretar, procesar y/o simular las emociones humanas para mejorar la interacción entre el usuario y la computadora.” (p. 14).

Para detectar y reconocer las emociones se puede hacer a través de cuestionarios de autoevaluación afectiva con escalas verbales o pictóricas (forma explícita) o con la captura de señales fisiológicas o el comportamiento motor de la persona (forma implícita) [7], [10], [11]. En esta última, se incluyen gestos y posturas corporales, expresiones faciales, voz, movimientos oculares, entradas de usuarios (teclado/mouse) y señales fisiológicas [12]–[14]. También, se usan enfoques multimodales que registran emociones de distintas fuentes.

Para registrar las emociones, la información obtenida debe ser categorizada. Existen, principalmente, dos enfoques para hacerlo: categórico y dimensional [5]. En el primero, las emociones pueden describirse mediante valores discretos. Una de las más difundidas es la de Ekman [15] donde las emociones son: alegría, tristeza, miedo, enojo, disgusto y sorpresa. En cambio, el enfoque dimensional representa las emociones en un espacio n -dimensional. Por ejemplo, Russell usa dos dimensiones: valencia y activación, y Mehrabian tres: placer, excitación y dominación [16].

Metadatos y estándares

Según [17] los metadatos “se definen como información que describe, identifica, explica o define un recurso con el objetivo de facilitar su recuperación, uso o gestión” (p. 141). Habitualmente se clasifican en categorías conocidas y es esta noción de estructura la que los convierte en información procesable [18].

Existen distintos tipos de metadatos. Como afirma [19], depende del “tipo de información que describen, el nivel de estructuración de esta información, el lugar donde se encuentren, su ámbito de aplicación, el tipo de usuarios que los utiliza y sus finalidades, entre otros”. Esto implica, también, distintas clasificaciones, pero hay acuerdo en categorizarlos en: metadatos descriptivos, administrativos y estructurales [18], [19]. A la clasificación anterior [18], se suman los lenguajes de marcado “que integran metadatos y banderas (*flags*) para otras estructuras o características semánticas dentro del contenido” (p. 6).

Los metadatos no estructurados limitan el procesamiento automatizado y la interoperabilidad. Los metadatos agregados manualmente, como etiquetas en redes sociales, tienen problemas con la variación, la polisemia, las faltas de ortografía, la ambigüedad, la subjetividad y la relevancia de la etiqueta correspondiente al contenido [4]. Es por lo que es de suma importancia la utilización de propuestas estandarizadas.

Es importante definir algunos conceptos asociados con el mundo de los metadatos. Los “esquemas de metadatos” permiten describir un tipo de recurso particular. A estos se pueden adicionar nuevos descriptores, creando una “extensión”, o bien refinar o mezclarlos con otros esquemas y crear un “perfil de aplicación” [17], [20], [21]. Una “especificación” es una propuesta que no ha sido aprobada por un organismo oficial de estandarización, aunque puede considerarse un

“estándar de facto” por su uso extendido [17]. En algunos casos para completar ciertos campos debe utilizarse un “vocabulario” controlado. Es decir, una lista recomendada de valores ajustados al contexto de aplicación [22].

Para asociar metadatos a un recurso es posible hacerlo de distintos modos [20]: (i) incrustando los metadatos dentro del propio recurso, o (ii) asociando los metadatos por medio de archivos acoplados a los recursos.

Es posible identificar distintos estándares/especificaciones de metadatos para diferentes áreas de conocimiento. Así, por ejemplo, los estándares de metadatos audiovisuales se enfocan en los procesos de captura, creación, producción, descripción e identificación de contenidos, protección de derechos, intercambio, distribución y consumo [23]. Ejemplo de estos últimos podrían ser: TV-Anytime, MPEG-7 o EBUCore.

TV-Anytime está enfocado a los servicios de televisión. Los metadatos definidos permiten describir el contenido audiovisual, proporcionar información de segmentación del contenido y grupos de segmentos, describir las preferencias del usuario o historial de consumo, agregar información del proveedor, sus derechos, establecer políticas relacionadas con los derechos y privacidad del recurso [17]. MPEG-7 (formalmente *Multimedia Content Description Interface*), además de describir contenido multimedia (título, ubicación, actores, etc.), los formatos de almacenamiento y derechos de autor, permite añadir información semántica, entre las que se encuentra el registro de emociones [17], [23], [24]. EBUCore es una especificación de metadatos para describir contenido audiovisual. Permite caracterizar audio, video y otros recursos para una amplia gama de aplicaciones de *broadcasting*, e incluir información semántica, como emociones y acciones en escenas y personas [25].

Entre los esquemas de metadatos con mayor aceptación para la descripción de contenidos educativos están *Learning Object Model* (LOM), definido en *IEEE Working Group* y *Dublin Core* (DC), mantenido por *Dublin Core Metadata Initiative*, al que es posible agregar *Metadata Learning Resources* (MLR), mantenidos por las organizaciones de normalización ISO/IEC [26], [27].

LOM define un modelo de datos y los vocabularios usados como dominios [28]. Se destaca de este estándar que permite almacenar información de carácter educativo (categoría *Educational*) [29]. DC tiene un enfoque genérico, sólo presenta 15 elementos para describir un recurso. Existe un perfil de aplicación denominado *DC-Education Application Profile* (DC-Ed AP). La intención del perfil es "conectar" características genéricas con aquellas que son significativas en un recurso educativo específico [26]. MLR se encuentra descrito en el estándar ISO/IEC 19788 [30]. Según [21] Este estándar “pretende cubrir dos puntos principales: la descripción de recursos educativos, y la búsqueda, localización, adquisición, evaluación y uso de recursos educativos.” (p. 140). Cuenta con 11 partes, y la parte 5 (ISO/IEC 19788-5) permite reflejar las características pedagógicas del recurso.

Por lo general, cuentan con un conjunto de especificaciones entre las que se encuentran las pautas para codificar metadatos en RDF, XML y/o HTML / XHTML meta [26].

En relación con la información emocional, la W3C definió el *Emotion Markup Language* (EmotionML) [31]. W3C EmotionML fue concebido para: (i) anotación manual de datos (ii) reconocimiento automático de estados emocionales a partir del comportamiento del usuario (sensores fisiológicos, grabaciones de voz, expresiones faciales, etc.), o una combinación de estos, y (iii) la generación de respuestas de sistemas emocionales [5], [31].

Cada recurso digital cuenta con sus características propias. Un recurso educativo, si bien tiene datos generales del mismo tenor que un recurso digital cualquiera, presenta también características específicas respecto de su uso educativo. Los aspectos generales podrían ser registrados utilizando metadatos como los de DC, pero éste no puede dar cuenta de aspectos específicos y relevantes de los objetos educativos. Podría utilizarse, entonces, el estándar de metadatos LOM. Pero, ¿qué ocurre si lo que se desea meta-anotar es un video educativo. Como se pudo observar, los videos cuentan con estándares o especificaciones que permiten registrar información sobre este objeto digital en particular. Podría utilizarse MPEG-7, pero cómo registrar aspectos educativos. Adicionalmente, se podría desear meta-anotar afectivamente un video educativo, y se podría utilizar el lenguaje EmotionML. Cabe entonces la pregunta ¿Cómo meta-anotar videos educativos con emociones? La siguiente sección del artículo da cuenta de las investigaciones que podrían responder, al menos en parte, a la pregunta planteada.

Revisión sistemática de literatura

Para responder a la pregunta planteada, en la sección anterior, se hace necesario llevar adelante una revisión sistemática para estudiar mecanismos de meta-notado de video educativo que permitan caracterizarlo según las emociones que provocan.

Metodología

Con el fin de realizar la selección del material bibliográfico, se toma en cuenta la metodología propuesta por Kitchenham [32].

Preguntas de investigación

Teniendo en cuenta la pregunta de investigación ¿Cómo meta-anotar videos educativos con emociones? se definieron sub-

preguntas que guiarán la búsqueda y la selección de las publicaciones:

[PG]: ¿Cuáles son las propuestas desarrolladas para meta-anotar videos educativos a partir de las emociones que provocan?

Esto implica identificar de qué forma son etiquetados los videos, los recursos educativos y cómo se registran las emociones:

[PGx1]: ¿Qué estándares de metadatos, perfiles de aplicación o especificaciones, según los expertos, son los más utilizados para caracterizar videos?

[PGx2]: ¿Qué estándares de metadatos, perfiles de aplicación o especificaciones, según los expertos, son los más utilizados para caracterizar recursos/materiales educativos?

[PGx3]: ¿Qué mecanismos de etiquetado se han desarrollado para caracterizar objetos digitales a partir de emociones?

Estrategia de búsqueda

Fuentes bibliográficas. Se utilizaron las siguientes fuentes documentales digitales: IEEE Xplore digital library, Springer, ACM Digital Library, ScienceDirect, Elsevier y SciELO. También se realizaron búsquedas y el seguimiento de los perfiles de los autores en Google Académico. Algunos artículos fueron obtenidos de repositorios institucionales.

Los idiomas elegidos fueron: español e inglés

Los tipos de documentos: actas de congresos, artículos en revistas, libros/capítulos de libros, tesis, capítulos de tesis o reportes de investigación publicados entre 2010 y 2021 inclusive. Se incluyeron algunos artículos previos a este período por su relevancia.

Palabras clave y cadenas de búsqueda: etiquetado, video, estándar, emociones, educativo, afectivo, metadato, estándar, MPEG-7, SCORM, LOM, *Dublin Core*. Si bien todas las palabras se tuvieron en cuenta,

no se utilizaron todas en las cadenas de búsqueda. Las cadenas fueron compuestas por la combinación de algunas palabras claves en español e inglés, con comillas y sin ellas.

Criterios de inclusión/exclusión

Se utilizaron los criterios de inclusión:

[CIx1] Artículos que se enfocan en meta-annotado de videos digitales. Preferentemente haciendo uso de estándares/especificaciones de metadatos.

[CIx2] Artículos que abordan el meta-annotado de recursos educativos multimedia.

[CIx3] Artículos que hacen uso de técnicas de computación afectiva para la caracterización de recursos multimedia digitales a través del meta-annotado emocional.

[CIx4] Artículos que se enfocan en el uso de estándares/especificaciones para registrar el estado emocional del usuario al interactuar con recursos multimedia digitales.

[CIx5] Artículos que se enfocan en el uso de estándares/especificaciones para caracterizar afectivamente recursos multimedia digitales.

Se utilizaron los criterios exclusión:

[CEx1]: Artículos con idioma distinto al español/inglés y/o fuera del período definido.

[CEx2]: Artículos a los que no se pudo acceder al texto completo.

[CEx3] Artículos en revistas sin referato y literatura informal.

Proceso preliminar y final

Se realizó un proceso preliminar para cada una de las publicaciones localizadas, donde se leyó: el título, resumen y palabras clave; y se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión.

Los artículos seleccionados en la fase anterior se sometieron a la lectura completa, se registraron en una base bibliográfica y se respondieron las preguntas de investigación.

Resultados del proceso de selección

Existe mucho interés en la comunidad científica internacional en los distintos temas asociados al meta-annotado de recursos multimedia, el registro de emociones asociadas a recursos multimedia, y el meta-annotado de recursos y materiales educativos; sin embargo, la localización de artículos que abordan el meta-annotado de forma combinada no fue sencillo, menos aún el hallazgo de investigaciones que trabajen en el meta-annotado afectivo de videos educativos.

Los resultados del proceso de selección se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Lista de artículos obtenidos a través del proceso de inclusión. La tabla resume las temáticas abordadas en los artículos seleccionados.

Autor	Estándar de video (V)	Estándar educativos (E)	Estándar emociones (A)	Combinación
[33]	MPEG-7	LOM/SCORM		VE
[34]	MPEG-7		EML	VA
[35]	MPEG-7 TV-A	LOM		VE
[36]	MPEG-7	LOM/SCORM		VE
[5]			EML	EA
[24]	MPEG-7	LOM		VE
[37]		LOM	EML	EA
[38]				VA
[6]	MPEG-7	LOM		VE
[39]	MPEG-7	LOM		VE
[40]			EML	VA
[41]	MPEG-7	LOM		VE
[4]	MPEG-7			V
[17]	MPEG-7			V
[29]		LOM		E
[3]	MPEG-7			V
[42]	MPEG-7/21	SCORM		VE
[2]				VA

EML: EmotionML. TV-A: TV-Anytime.

Discusión a partir de la revisión de artículos seleccionados

En los artículos revisados, la mayoría de los autores, coinciden en la importancia de caracterizar los recursos digitales a través de la utilización de metadatos, y logra la interoperabilidad; así como registrar las emociones del usuario con el fin de poder personalizar y/o mejorar las respuestas de los sistemas informáticos. Los estándares o especificaciones, en los casos que se utilizan, se enfocan sólo en una parte del meta- anotado: video educativo, video y emociones, recursos educativos y emociones (aunque no particularmente videos).

La discusión se plantea, inicialmente, en los términos abordados en el párrafo anterior. En primer lugar, se presentan distintos enfoques encontrados para meta- anotar video educativos (VE), registrar emociones que generan los videos en los usuarios (VA) o dotar de información emocional a recursos educativos (EA). Seguidamente, se presentan algunos problemas o dificultades que son propios del proceso de meta- anotado y debieran ser tenidos en cuenta al proponer el etiquetado emocional de videos educativos.

La revisión ha mostrado (ver Tabla 1) que muchas de las investigaciones proponen combinar LOM y MPEG-7. Ambos estándares usan XML para la descripción, lo que hace factible su integración [20], [33]. Asimismo, cuentan con categorías similares, con ambos se podrían describir materiales multimedia [24]. En [20] definen un perfil de aplicación para un repositorio de objetos educativos a partir de la integración de LOM y MPEG-7; los autores parten de LOM-es¹ y extienden el perfil con elementos de MPEG-7. Por su parte, [24] y [36], describen la relación semántica entre

ambos estándares y presentan los elementos en común. También [42] muestra esta equivalencia. De manera similar, [41] busca definir un mapeo entre ontologías basadas en LOM y MPEG-7 con el fin de garantizar la interoperabilidad entre una plataforma *e-learning* y un repositorio. En [4] muestran el potencial de MPEG-7 para realizar un mapeo del estándar a ontologías. [42] propone la interoperabilidad entre objetos de aprendizaje (OA) y la TV digital, a través de una ontología de metadatos basada en MPEG-21 y SCORM. Esta vinculación entre OA y la TV digital también fue abordada por [35], pero a través del estándar TV-Anytime. Para [17], MPEG-7 es uno de los esquemas de metadatos más adecuados para la marcación de contenido multimedia y LOM, aunque vigente, presenta una incapacidad de soportar las necesidades de diferentes contextos educativos [29]. En [39] presentan una arquitectura para sistemas de *e-learning* basado en *cloud computing*, y hacen uso de una ontología basada en LOM y un lenguaje de consultas para MPEG-7 con el fin de anotar y recuperar contenido educativo en video.

Al agregar las emociones en el proceso de meta- anotado de video puede observarse (ver Tabla 1) como, algunos autores, hacen uso del lenguaje EmotionML. En [34] extienden MPEG-7, si bien este estándar permite describir la respuesta emocional de los usuarios, ésta es limitada y propone su extensión a través del uso EmotionML. [40] utiliza EmotionML con el fin de categorizar emocionalmente (con etiquetas categóricas: felicidad, tristeza, miedo, ira y disgusto), una película a partir de información psicofisiológica (respuesta galvánica de la piel, EGG y respiración), adquirida mientras un usuario mira la película, también realiza una consulta al usuario (vía un formulario de auto-

¹ Perfil de Aplicación para el etiquetado estándar de objetos digitales educativos basado en LOM. Detalles en: http://www.lom-es.es/norma_une.htm

evaluación afectiva); todo esto con el fin de conseguir la indexación y la búsqueda posterior de información emocional de las películas desde el punto de vista de sus espectadores. [2] presentan un modelo *ad-hoc* para la generación automática de metadatos emocionales para videos. Este se centra en asociar a fragmentos de video, etiquetas emocionales (de acuerdo con la teoría de Ekman), basadas en las expresiones faciales de una persona en el video; los autores no hacen uso de estándares. [10] también se enfocan en el reconocimiento facial, los autores trabajaron sobre una metodología para la adquisición implícita de etiquetas afectivas (registrando placer-excitación-dominación) para elicitación de las emociones, esto les permite caracterizar (meta-annotar) el contenido y al usuario.

Finalmente, cómo se aborda meta-annotado emocional material educativo. [37] y [5] buscan mejorar el proceso de recomendación de material educativo a través de la incorporación de metadatos emocionales. Ambas investigaciones proponen el uso de EmotionML. [37] sugieren el uso de LOM para meta-annotar el material educativo. En [5] se enfocan en personalizar recomendaciones en función del estado emocional del alumno. Usan un enfoque multimodal para calcular las emociones, que involucra formularios de auto-evaluación afectiva, datos recopilados por sensores fisiológicos y rastreadores oculares, datos tomados desde teclado/mouse, y expresiones faciales y vocales.

El proceso de meta-annotado no está exento de problemas o dificultades. Una pregunta que surge del análisis de la bibliografía es ¿Dónde deben almacenarse los datos?, las opciones están entre los archivos de videos como parte del formato o en los repositorios como parte de los metadatos del sistema que los aloja. En [3] se dice: “los metadatos generalmente se

almacenan en archivos separados en formatos de datos personalizados, lo que reduce la accesibilidad”. Los autores analizan tres enfoques para solucionar el problema: la extensión de un estándar de metadatos con vocabulario para video, el uso de un estándar para metadatos de video y la reutilización de un formato de uso común. En el primer caso deberá especificarse el vocabulario y crear aplicaciones (reproductor) que accedan a la información; el segundo, en el que citan a MPEG-7 y que lo consideran el más apropiado, no cuenta aún con reproductores compatibles con el estándar, y el tercero (que consideran viable) propone hacer uso de un formato reconocido que permita almacenar metadatos en atributos poco utilizados (como el de la descripción de polígonos en el formato USF²).

Asimismo, el agregar nuevos metadatos (con una extensión o perfil de un estándar) conlleva como trabajo extra: la generación (automática/manual) y la carga de los metadatos a los materiales multimedia. Para esto último, sería deseable disponer de herramientas de autor (principalmente para usuarios no expertos). También, se deben tener en cuenta las adaptaciones en las diferentes plataformas (repositorios, EVEA, SGC, entre otros) que deben implementarse para que puedan reconocer y funcionar con los nuevos metadatos [20], [36]. De forma similar, si se optara por incorporar los metadatos dentro del propio formato, los reproductores deberían poder acceder a la información y aquellos que no lo hacen, seguir reproduciendo el video normalmente. También, en este caso, sería deseable contar con un editor de video o herramientas de autor que permitiera la incorporación de metadatos.

En el caso de meta-annotar videos educativos, usando LOM y MPEG-7, existen propuestas que establecen un mapeo entre ambos

² El universal subtitle format (USF) es una especificación cuyo objetivo era proporcionar un

formato para codificar subtítulos (Schöning et al., 2017).

estándares que permitiría registrar aspectos didácticos en el video. No se encontraron trabajos que retomem estas ideas para meta-anotar video educativo emocionalmente. Es posible que, entre otros aspectos a tener en cuenta, se debe identificar primero qué emociones son las que pueden impactar en el proceso de aprendizaje, es decir, qué emociones registrar. Por otra parte, las emociones son personales (subjetivas) y están asociadas a los usuarios más que a los objetos [40]. También hay que considerar que, las emociones del usuario podrían cambiar a lo largo del consumo del contenido, por tanto, se necesita un enfoque complejo para modelar la respuesta emocional [10]. Otro aspecto para tener en cuenta se relaciona con la escasez de conjuntos de datos de video con anotaciones emocionales para la realización de pruebas de entrenamientos de los sistemas [2].

En síntesis, en la revisión se han encontrado trabajos que combinan la meta-anotación de videos con descriptores educativos, y trabajos que analizan la meta-anotación de videos con datos emocionales, así como algunas investigaciones que etiquetan afectivamente recursos educativos. También se identificaron algunas dificultades que se presentan en el proceso de meta-anotado. Sin embargo, la pregunta: ¿Cómo meta-anotar videos educativos con emociones? se ha respondido de forma parcial, lo que implica la necesidad de profundizar la investigación en la temática.

Conclusiones

En el presente artículo se presentó una revisión sistemática con vistas a identificar investigaciones que permitieran dar cuenta sobre cómo meta-anotar videos educativos con emociones.

A través de la metodología propuesta por [32] se revisaron 27 artículos de los cuales 18 fueron seleccionados para su análisis.

El análisis de la bibliografía seleccionada permite mostrar el esfuerzo por meta-anotar videos, materiales educativos y registrar las emociones de los usuarios, en busca de mejorar la respuesta de los sistemas de *e-learning*. También fue posible identificar varias investigaciones que hacen foco en el meta-anotado de videos educativos, siendo LOM y MPEG-7 los estándares elegidos para tal fin. Asimismo, el énfasis al meta-anotar videos con emociones de forma estandarizada está puesto en el uso del lenguaje EmotionML. En la presente revisión se encontró escasa evidencia (sólo un artículo) de investigaciones que se enfoquen en meta-anotar afectivamente los videos educativos.

Este último aspecto, central en la presente investigación, abre un abanico de posibilidades al que puede aportar la Computación Afectiva. Como trabajos futuros es necesario identificar cuáles son las emociones que son relevantes en un proceso de apropiación de conocimiento y cómo se elicitan y las registra de forma estandarizada. Pero también, cómo vincular esta información con materiales educativos (particularmente videos educativos) de forma de impactar positivamente en la experiencia de aprendizaje del estudiante, a través de recomendaciones o intervenciones didácticas.

Bibliografía

- [1] S. Zhao, S. Wang, M. Soleymani, D. Joshi, y Q. Ji, «Affective Computing for Large-scale Heterogeneous Multimedia Data: A Survey», *ACM Trans. Multimed. Comput. Commun. Appl.*, vol. 15, n.º 3s, p. 93:1-93:32, dic. 2019, doi: 10.1145/3363560.
- [2] A. Mircoli y G. Cimini, «Automatic Extraction of Affective Metadata from Videos Through Emotion Recognition Algorithms», en *New Trends in Databases and Information Systems*, Cham, 2018, pp. 191-202, doi:10.1007/978-3-030-00063-9_19.
- [3] J. Schöning, P. Faion, G. Heidemann, y U. Krumnack, «Providing Video Annotations in Multimedia Containers for Visualization and

- Research», en *IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)*, mar. 2017, pp. 650-659.
- [4] L. F. Sikos y D. M. W. Powers, «Knowledge-Driven Video Information Retrieval with LOD: From Semi-Structured to Structured Video Metadata», en *Proceedings of the 8th Workshop on Exploiting Semantic Annotations in Information Retrieval*, NY, USA, 2015, pp. 35-37.
- [5] O. Santos y J. G. Boticario, «Affective issues in semantic educational recommender systems», en *Proceedings of the 2nd Workshop on Recommender Systems for Technology Enhanced Learning*, Saarbrücken, Alemania, 2012, vol. 896, pp. 71-82.
- [6] J. L. Delgado Leal, C. R. San Juan, y A. García-Serrano, «Calidad de objetos educativos a partir de su etiquetado multimedia y social», en *Escritorios electrónicos para las literaturas: Nuevas herramientas digitales para la anotación colaborativa*, P. L. Núñez, Ed. España: UCM, Madrid, 2013, pp. 69-81.
- [7] M. Feidakis, «Chapter 11 - A Review of Emotion-Aware Systems for e-Learning in Virtual Environments», en *Formative Assessment, Learning Data Analytics and Gamification*, S. Caballé y R. Clarisó, Eds. Boston: Academic Press, 2016, pp. 217-242.
- [8] R. Picard, «Affective Computing for HCI», en *Proceedings of HCI International on Human-Computer Interaction: Ergonomics and User Interfaces-Volume I - Volume I*, Hillsdale, NJ, USA, 1999, pp. 829-833.
- [9] S. Baldassarri, «Computación afectiva: tecnología y emociones para mejorar la experiencia del usuario», *Bit Byte*, vol. 2, 2016.
- [10] M. Tkalčič, A. Odić, A. Košir, y J. Tasič, «Affective Labeling in a Content-Based Recommender System for Images», *IEEE Trans. Mult.*, vol. 15, n.º 2, pp. 391-400, 2013.
- [11] S. Brave y C. Nass, «Emotion in Human-Computer Interaction», en *HCI Fundamentals*, 1st Edi., A. Sears y J. A. Jacko, Eds. EEUU: CRC Press, 2009, pp. 54-65.
- [12] V. Ambwani y S. Kushwah, «A basic review of affect detection and its application in e-learning», *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 5, n.º 6, pp. 3131-3140, 2018.
- [13] R. W. Picard, «Emotion Research by the People, for the People», *Emot. Rev.*, vol. 2, n.º 3, pp. 250-254, 2010.
- [14] A. Saxena, A. Khanna, y D. Gupta, «Emotion Recognition and Detection Methods: A Comprehensive Survey», *J. Artif. Intell. Syst.*, vol. 2, n.º 1, pp. 53-79, 2020.
- [15] P. Ekman, «Basic emotions», en *Handb. of cognition and emotion*, T. Dalgleish y M. Power, Eds. John Wiley & Sons, Ltd, 1999, pp. 45-60.
- [16] I. Bakker, T. Van der Voordt, J. Boon, y P. Vink, «Pleasure, Arousal, Dominance: Mehrabian and Russell revisited», *Curr. Psychol.*, vol. 33, pp. 405-421, oct. 2014.
- [17] A. M. Vargas-Arcila, S. Baldassarri, y J. L. Arciniegas, «Análisis de Esquemas de Metadatos para la Marcación de Contenidos Multimedia en Televisión Digital», *Inf. Tecnológica*, vol. 26, n.º 6, pp. 139-154, 2015.
- [18] J. Riley, *Understanding metadata*. Baltimore, MD 21211: National Information Standards Organization, 2017.
- [19] I. Daudinot Founier, «Organización y recuperación de información en Internet: teoría de los metadatos», *ACIMED*, vol. 14, n.º 5, 2006, Accedido: abr., 2021. [En línea]. Disponible en: <https://tinly.co/HIBQC>.
- [20] J. L. Delgado Leal y C. Rodrigo San Juan, «Perfiles de aplicación multimedia basado en estándares: un caso concreto para la UNED», *Intel. Artif. Rev. Iberoam. Intel. Artif.*, vol. 14, n.º 47, pp. 1-25, 2010.
- [21] D. Pons Betrián, J. R. Hilera González, y C. Pagés Arévalo, «ISO/IEC 19788 MLR: Un Nuevo Estándar de Metadatos para Recursos Educativos.», *IEEE-RITA*, vol. 6, n.º 3, pp. 140-145, 2011.
- [22] C. Deco, C. Bender, y J. Saer, «Ponderación de metadatos de recursos educativos como forma de mejorar los resultados de una búsqueda», *Energeia*, vol. IX, n.º 9, pp. 5-9, 2011.
- [23] J.-A. Polo-Carrión, J. Caldera-Serrano, y I.-C. Poveda-López, «Metadatos y audiovisual: iniciativas, esquemas y estándares», *Doc. Las Cienc. Inf.*, vol. 34, pp. 45-64, 2011.
- [24] H. Choe, «Interoperability between MPEG-7 and LOM using ontology», *Asian J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 2, n.º 11, 2012, Accedido: dic., 2020. [En línea]. Disp. en: <http://ajcsit.info/index.php/ajcsit/article/view/335>.

- [25] European Broadcasting Union, «TECH 3293 EBU Core metadata set (EBUCore), Version 1.10», European Broadcasting Union, Genova, Italia, abr. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3293.pdf>.
- [26] P. Barker y L. M. Campbell, «Metadata for learning materials: An overview of existing standards and current developments», *Technol. Instr. Cogn. Learn.*, vol. 7, n.º 3-4, pp. 225-243, 2010.
- [27] D. M. Guzmán-Delgado, J. A. Chinchajoa-Taimal, D. F. Duran-Dorado, G. E. Chanchí-Golondrino, y J. L. Arciniegas-Herrera, «Esquema de Metadatos para Contenidos Educativos de VoD: Un Enfoque Basado en Competencias Educativas», *Rev. Científica*, vol. 28, n.º 1, Art. n.º 1, 2017, doi: 10.14483/udistrital.jour.RC.2017.28.a4.
- [28] S. Temesio Vizoso, «Metadatos para recursos educativos», *Palabra Clave*, vol. 5, n.º 1, p. 19, 2015.
- [29] A. M. Vargas-Arcila, S. Baldassarri, y J. L. Arciniegas, «Análisis de Esquemas de Metadatos para la Marcación de Contenidos Educativos», *Form. Univ.*, vol. 9, n.º 5, pp. 85-96, 2016.
- [30] ISO/IEC, «ISO/IEC 19788-3:2011(en), Information technology — Learning, education and training — Metadata for learning resources — Part 3: Basic application profile», 2011. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:19788:-3:ed-1:v1:en> (accedido ene. 28, 2021).
- [31] P. Baggia, C. Pelachaud, C. Peter, y E. Zovato, «Emotion Markup Language (EmotionML) 1.0». W3C, 2014, Accedido: nov. 02, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.w3.org/TR/emotionml/>.
- [32] B. Kitchenham, O. P. Brereton, D. Budgen, M. Turner, J. Bailey, y S. Linkman, «Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review», *Inf. Softw. Technol.*, vol. 51, n.º 1, pp. 7-15, 2009, doi: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.09.009>.
- [33] M. Pascual y J. Minguillón, «Opera-learning: integración de estándares de distribución de contenidos multimedia y learning objects», *Rev. Educ. Distancia RED*, 2005, Accedido: dic. 08, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.um.es/red/article/view/24431>
- [34] H. Agius, «Emotion Description with MPEG-7», en *Emotion in HCI-Designing for People*, C. Peter, E. Crane, M. Fabri, H. Agius, y L. Axelrod, Eds. Germany: Fraunhofer Verlag, 2010, pp. 13-15.
- [35] R. M. Vicari *et al.*, «The OBAA Proposal for Learning Objects Supported by Agents», *Auton. Agents Multi-Agent Syst.*, 2010.
- [36] V. Vagiati, «Semantic Mapping between LOM – SCORM Content Package and MPEG-7 Concepts», en *Handbook of Research on E-Learning Standards and Interoperability: Frameworks and Issues*, Advisory Board, 2011, pp. 321-346.
- [37] D. Leony, A. Pardo Sánchez, H. A. Parada Gélvez, y C. Delgado Kloos, «A Cloud-Based Architecture for an Affective Recommender System of Learning Resources», *Workshop Cloud Educ. Environ. WCLOUD 2012 Proc. 1st Int. Workshop Cloud Educ. Environ.*, 2012, Accedido: dic. 19, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/18712>.
- [38] M. Tkalcic, A. Odic, A. Kosir, y J. Tasic, «Affective labeling in a content-based recommender system for images», *IEEE Trans. Multimed.*, vol. 15, n.º 2, pp. 391-400, 2013.
- [39] A. M. Gabor y R. Vasiu, «Video Data Modelling Based on the MPEG-7 Standard in e-Learning Cloud Computing», *Glob. J. Technol.*, vol. 4, n.º 2, Art. n.º 2, sep. 2013, Accedido: dic. 08, 2020. [En línea]. Disponible en: <http://archives.unpub.eu/index.php/P-ITCS/article/view/2594>.
- [40] E. Oliveira, «Multimedia interaction and access based on emotions:automating video elicited emotions recognition and visualization», Tesis doctoral, Universidade De Lisboa, Lisboa, Portugal, 2013.
- [41] J. Chaker, M. Khaldi, y S. Aammou, «Enhancing the Interoperability of Multimedia Learning Objects Based on the Ontology Mapping», *Int. J. Emerg. Technol. Learn. IJET*, vol. 9, n.º 5, Art. n.º 5, sep. 2014.
- [42] M. Correia dos Santos, «MPEG-SCORM: ontology of interoperable metadata for multimedia and e-learning standards integration», Tesis doctoral, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

Trazabilidad de la actividad académica virtual de la Facultad de Ciencias Agrarias en Contexto de Pandemia

Silvina A. García¹; Araceli S. Boldorini¹; Luciana A. Burzacca¹; Evelina M. Marinelli¹

¹*Cátedra de Informática - Facultad de Ciencias Agrarias – UNR*

silgar@fcagr.unr.edu.ar; araceli.boldorini@gmail.com;
lburzac@fcagr.unr.edu.ar; emarinell@fcagr.unr.edu.ar

Resumen

El año pandémico, se ha constituido en un hito en diferentes ámbitos. Respecto a lo educativo, ha impulsado a docentes y estudiantes, a adentrarse en el manejo de las tecnologías de información y comunicación (TICs). El Campus Virtual de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNR, se ha convertido en el eje principal de la actividad académica durante ese período.

Con el fin de conocer el grado de actividad académica desde la virtualidad, se propusieron distintas acciones, con el objetivo general de estudiar y analizar la trazabilidad de las acciones de docentes y estudiantes en contexto de pandemia. Se analizó: el grado de conectividad de los usuarios, la identificación de los espacios virtuales donde interactuaron los diversos actores, y finalmente, los resultados de la implementación de mesas de exámenes virtuales.

La experiencia y el análisis de la actividad académica virtual se valoró positivamente. A futuro, será un gran desafío incorporar las buenas experiencias desde la virtualidad, acompañadas de estrategias adecuadas para lograr aprendizajes significativos. Sin dudas, en las Ciencias Agrarias la presencialidad es una gran necesidad, pero a pesar de carecerla, la Facultad siguió de pie, avanzó en un camino lleno de incertidumbres, pero de muchos y valiosos aprendizajes.

Palabras Clave: Campus virtual – TICs – Universidad – Enseñanza – Pandemia.

1. Introducción

El 2020 fue un año en el que nos enfrentamos a enormes desafíos: atravesar el aislamiento y, al mismo tiempo, sostener el acompañamiento pedagógico de los estudiantes de Ciencias Agrarias desde nuestras casas. Enseñar desde la virtualidad en una facultad fuertemente atada a la presencialidad por sus actividades en laboratorios y prácticas en el campo, no fue una tarea sencilla. A pesar de esta particularidad, ha sido una enorme oportunidad de construir nuevos aprendizajes tanto para docentes como para estudiantes.

La pandemia, puso en auge el término tecnología educativa, definida como el conjunto de conocimientos, aplicaciones y dispositivos que permiten aplicar herramientas tecnológicas en el ámbito de la educación. La incorporación de tecnología educativa es un recurso que tiene un gran impacto, ya que crea nuevas condiciones para la enseñanza; su implementación permite una educación a distancia y flexible. Es una forma de que la educación se adapte por completo a la actualidad, que esté acorde a la era tecnológica que nos ha tocado vivir. Les permite a los docentes tener a su disposición recursos y herramientas sobre los que sustentar la explicación de la asignatura. [1]

La Facultad de Ciencias Agrarias (UNR), ante las disposiciones de las autoridades sanitarias nacionales, acatando el aislamiento social,

preventivo y obligatorio por Covid-19 y la decisión del Rector de la Universidad Nacional de Rosario de dar inicio al ciclo lectivo 2020 a través de un cursado cuya modalidad fuera a distancia; propuso, para cumplir con las mismas, utilizar el Campus Virtual FCAGR con el que la comunidad educativa interactúa desde el año 2005.

Hasta ese momento su utilización era exclusiva como plataforma de apoyo al cursado presencial de las carreras de Ingeniería Agronómica y Licenciatura en Recursos Naturales.

La expresión campus virtual se utiliza para designar distintos sitios web a disposición de una comunidad educativa, con la facultad de proveer recursos pedagógicos y funcionalidades de comunicación y de interacción. Un campus virtual puede entenderse como una metáfora o correlato del campus físico que asimila sus elementos a un ambiente virtual, y cuya recreación se logra mediante distintas aplicaciones informáticas y tecnologías web. Son, en definitiva, el intento de situar un campus universitario en el marco de la virtualidad, de forma que permita a los estudiantes acceder a la docencia, a la organización de la misma –aulas, matrícula, etc– y a los demás espacios complementarios como la biblioteca, los servicios universitarios, etc. [2]

En sus comienzos, el objetivo del Campus Virtual FCAGR fue promover la comunicación dentro del ámbito educativo entre grupos de personas con intereses comunes que desearan establecer una interacción e intercambio de experiencias en un espacio virtual.

Con el tiempo, el equipo de la cátedra de Informática, quienes administran el campus, trabajó junto a las asignaturas para proveer un espacio educativo que colabore con el cursado presencial, en el que tanto docentes como

estudiantes puedan desarrollar actividades académicas e intercomunicarse mediante el uso de herramientas que soporten y faciliten sus procesos de enseñanza-aprendizaje a través de la virtualidad.

A lo largo de estos últimos años, se realizaron capacitaciones para docentes sobre entornos virtuales para el aprendizaje con el fin de que los mismos fueran incorporando las TICs a sus prácticas educativas. El camino recorrido permitió encontrar a docentes y estudiantes situados en un ambiente de trabajo conocido y amigable, lo que permitió estar preparados en cuanto a estructuras y capacidades en la mayoría de las cátedras para afrontar esta problemática en tiempos de pandemia.

Fue indispensable lograr que la incertidumbre no paralice ni impida descubrir, no sólo las sombras de las TICs, sino también sus potencialidades. La enseñanza a distancia no tiene por qué ser distante. [3]

Para todos los docentes y en especial, para los no tan familiarizados con las TICs, el equipo de Campus Virtual FCAGR, creó un espacio de autoaprendizaje, que brindó información de ayuda clasificada en temas para el dictado de clases desde la virtualidad. Además, se puso a disposición un foro de consultas exclusivo para los docentes de la institución con el objetivo de que las mismas queden publicadas y compartidas ya que las inquietudes de algunos podrían ser las mismas que la de otros docentes. El mismo, ha tenido un alto nivel de interacciones en el último tiempo, con consultas e inquietudes resueltas por parte del equipo de Campus Virtual FCAGR con celeridad.

El Campus Virtual FCAGR, plataforma educativa de la institución fue un gran mediador entre docentes y estudiantes y permitió acortar distancias físicas durante todo el año académico 2020.

2. Descripción de la Investigación

Esta investigación se desarrolló en el marco del proyecto de investigación, “Evolución en el uso del Campus Virtual de la Facultad de Ciencias Agrarias UNR- parte2-80020190100154UR”. Se propusieron distintas acciones, con el objetivo general de estudiar y analizar la trazabilidad de la actividad académica virtual de la Facultad de Ciencias Agrarias en contexto de pandemia. Para ello se definieron los distintos objetivos particulares:

- Estudio del grado de conectividad de los usuarios para ambos cuatrimestres. Para llevar adelante este objetivo se generaron reportes de trazabilidad que informan las acciones de los usuarios en las aulas de las asignaturas que acompañaron pedagógicamente desde la virtualidad. Se obtuvieron 83 reportes en total, los cuales se procesaron por período cuatrimestral.
- Identificación de los espacios virtuales donde los estudiantes interactúan con los docentes de las asignaturas que cursan. Para esto, se diseñó y elaboró una encuesta para estudiantes que permitió corroborar cuáles eran las plataformas o herramientas donde interactúan docentes y estudiantes.
- Análisis y resultados de la implementación de mesas de exámenes virtuales. Se adaptaron los llamados a exámenes presenciales programados en el calendario académico a llamados virtuales sustentados en dos plataformas, Campus Virtual FCAGR y Google Meet institucional. Los mismos fueron de manera gradual y ordenada de acuerdo a las necesidades de los estudiantes en el avance de sus carreras. De cada mesa se tomó registro de la modalidad adoptada para evaluar los saberes (escrito, oral, ambos) cantidad de asignaturas, cantidad de inscriptos, espacios virtuales que interactuaron.

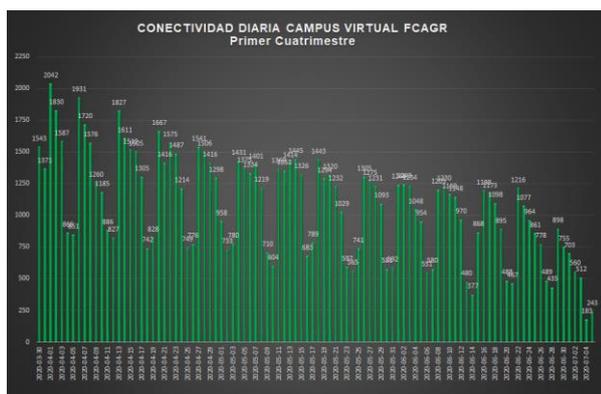
3. Resultados

3.1 Estudio del grado de conectividad de los usuarios

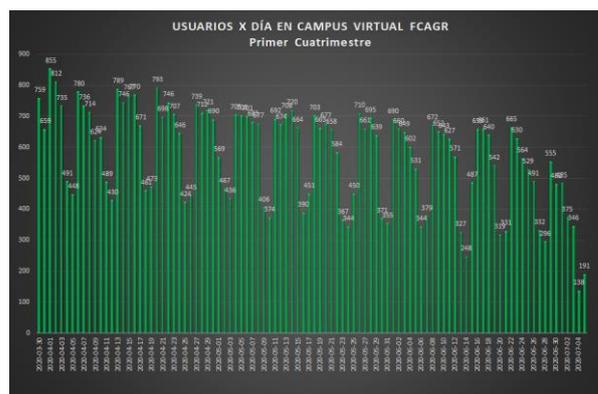
A través de los reportes de trazabilidad (la actividad de los usuarios en una o varias aulas) que se obtienen en la plataforma educativa, se pudo calcular y analizar el grado de conectividad de los usuarios a las asignaturas con cursado virtual en el Campus FCAGR. Se realizó un análisis y seguimiento de las acciones realizadas por los usuarios del campus (docentes y estudiantes) desde la virtualidad durante todo el año académico, acotados en dos instancias: primer cuatrimestre (31/03 al 05/07) y segundo cuatrimestre (18/08 al 20/11).

Al inicio del primer cuatrimestre el campus contaba en ese momento con 120 aulas virtuales, de las cuales se analizaron 41 aulas activas de asignaturas (anuales y cuatrimestrales) con acompañamiento pedagógico virtual en el primer periodo y 42 aulas en el segundo. Sobre un total de 2260 usuarios, 1600 aproximadamente corresponden a estudiantes de grado y posgrado, y 400 a docentes y autoridades.

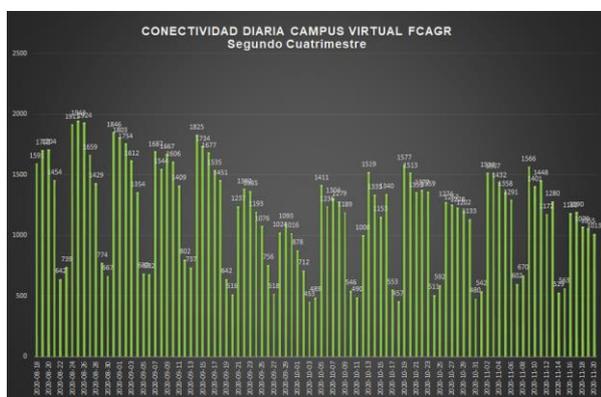
Las gráficas 1 y 2, muestran la conectividad diaria realizada por los usuarios durante ambos cuatrimestres. Se observa claramente un patrón que muestra días de la semana con más conectividad que otros durante el intervalo del periodo analizado. Esta tendencia se corresponde para ambos cuatrimestres con días más concurridos por la publicación de clases virtuales de varias asignaturas y/o cierre de entrega de actividades. Los de más escasa conectividad, corresponden a días de fin de semana o feriados.



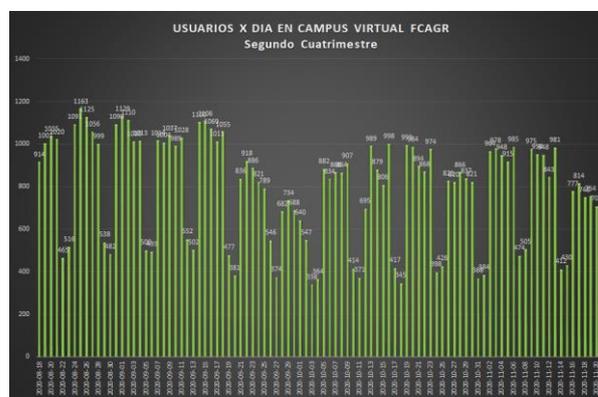
Gráfica 1 – Conectividad diaria 1^{er} Cuatrimestre



Gráfica 3 – Cantidad de usuarios por día 1^{er} Cuatrimestre



Gráfica 2 – Conectividad diaria 2^{do} Cuatrimestre



Gráfica 4 – Cantidad de usuarios por día 2^{do} Cuatrimestre

Los reportes de acciones virtuales de usuarios (estudiantes y docentes) reflejaron un alto número en proporción a la población total de la comunidad educativa.

La gráfica 3 y 4 muestran la cantidad de usuarios por día que realizaron las conexiones que se observan en la gráfica 1 y 2. En las mismas se presentan patrones similares, y se concluye que un mismo usuario se conectó más de una vez en el día.

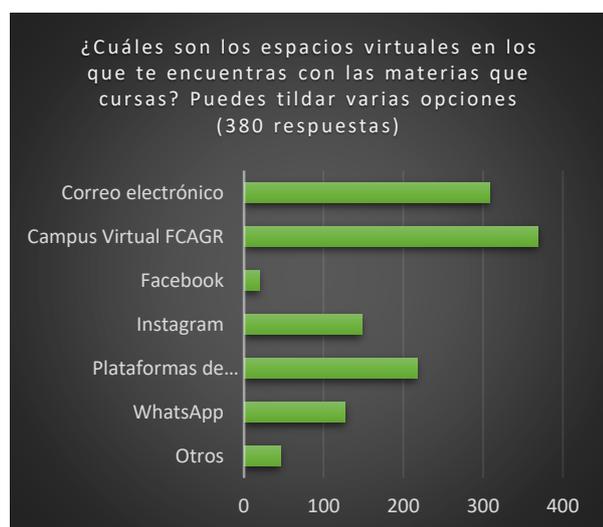
Sobre un total de 2000 usuarios, tomando como muestra una semana con actividad académica (lunes a viernes) intermedia en ambos cuatrimestres, concluimos que accedieron aproximadamente, 690 usuarios en promedio por día en el primer cuatrimestre, y 900 en el segundo cuatrimestre. Se observó un incremento de accesos diarios al Campus Virtual FCAGR, hacia el segundo periodo. Esto demuestra que muchos de los usuarios que accedieron al campus, lo hicieron en varios momentos del mismo día originando un acumulativo de accesos diarios repetitivos. Cabe aclarar también, que en la mitad del cursado del segundo periodo del año académico se convocó a llamado de mesas de exámenes virtuales, dejando desobligados a los estudiantes en esa semana respecto al cursado. Por tal motivo, en la gráfica 4 se observa una baja en la cantidad de accesos

diarios, a mitad de cuatrimestre, dado que este análisis se acotó de forma selectiva a los accesos por cursado.

3.2 Identificación de los espacios virtuales donde los estudiantes interactúan con los docentes de las asignaturas que cursan.

A continuación, se presentan los resultados correspondientes al análisis global del discurso de los estudiantes efectuado a partir de las respuestas a un cuestionario impulsado por Campus Virtual FCAGR, Secretaría Académica y Secretaría Estudiantil.

El uso de diversas estrategias docentes para el acompañamiento virtual ha quedado corroborado a través de una encuesta realizada a estudiantes donde se les consultó en qué espacios virtuales se encuentran con las asignaturas que cursan. De un total de 380 respuestas, 369 estudiantes respondieron que utilizan el Campus Virtual FCAGR, y un gran porcentaje se vincula con las materias que cursa mediante correo electrónico y plataformas de videollamadas.



Gráfica 5 – Espacios virtuales de encuentro

Formando parte del mismo cuestionario, se relevaron también situaciones particulares de estudiantes con problemas de conectividad y/o dispositivos electrónicos. Se encontraron 31 situaciones, y en todos los casos la

Secretaría Estudiantil se ocupó de proporcionar el material en formato papel o digital y se dio aviso a las asignaturas sobre quiénes, excepcionalmente, no pudieron participar de la cursada por desarrollarse en forma virtual.

3.3 Análisis y resultados de la implementación de mesas de exámenes virtuales.

En paralelo al cursado, se comenzó a pensar en el proceso evaluativo. Se establecieron llamados a mesas de exámenes virtuales, por iniciativa de las Secretarías Académica y Estudiantil. Con ello se abrió el debate de cómo llevar a cabo las instancias de exámenes finales en medio de un entorno lleno de incertidumbres, inseguridades y temores; con problemáticas tales como conectividad, disponibilidad de recursos, necesidad de capacitación, que afectan a todos los actores. El proceso evaluativo de examen final comenzó con algunas pocas mesas de exámenes virtuales con el objetivo de atender la necesidad de aquellos estudiantes próximos a graduarse. En esta primera etapa, un total de 8 asignaturas de quinto año de ambas carreras accedieron a tomar exámenes virtuales. Los docentes de las asignaturas involucradas recibieron capacitaciones y apoyo continuo de los administradores del Campus Virtual FCAGR. Afortunadamente, a través de esta modalidad de exámenes, 6 estudiantes lograron su ansiado título. Habiendo superado con éxito la etapa 1, se planificó una segunda instancia de similares características a la primera. Esta exitosa experiencia inicial fue el incentivo para que otras cátedras se sumaran al desafío. Se programaron otros 5 llamados para estudiantes de todos los años, totalizando 7 instancias de exámenes finales a lo largo de todo el año académico 2020. Se generaron para tal fin, un total de 63 aulas exclusivas para exámenes en Campus FCAGR. La mayoría de los docentes que aceptaron tomar exámenes virtuales, se capacitaron y

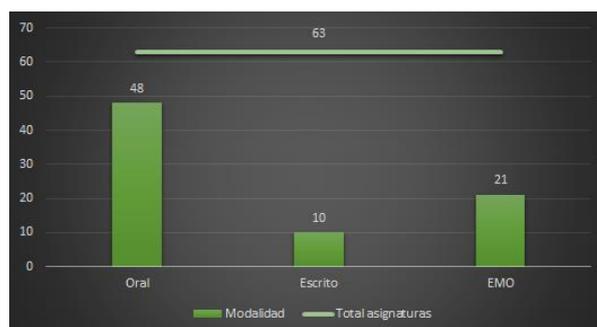
adaptaron a nuevas estructuras para implementar diferentes metodologías de evaluación. Como resumen del éxito de estas mesas de exámenes virtuales, se puede destacar que en el último llamado de examen del año (2° llamado Noviembre/Diciembre) se inscribieron a rendir 1133 estudiantes. Participaron de las mismas 255 docentes en 63 aulas de exámenes virtuales en Campus FCAGR. El total de estudiantes que se recibieron en ambas carreras durante las mesas de exámenes virtuales es de: 44 (43 Agronomía, 1 Licenciatura en Recursos Naturales). En la gráfica 5 se muestra cómo se fueron sumando las cátedras a la evaluación virtual de los aprendizajes y el número de estudiantes graduados en las mismas.



Gráfica 5 – Cantidad aulas virtuales y graduados por llamado de examen

Los administradores del Campus Virtual (docentes Cátedra de Informática) además de acompañar a la institución durante cada etapa evaluativa con asesoramientos individuales y grupales a los equipos docentes de todas las cátedras, capacitó en conjunto con Asesoría Pedagógica, sobre Evaluaciones de Múltiples Opciones (EMO). Es importante mencionar el impacto del uso de estas herramientas en las propuestas de enseñanzas y de aprendizajes, particularmente con relación a los contenidos curriculares y las estrategias metodológicas, ya que permiten presentar, abordar y trabajar la información de una manera diferente con

relación a perspectivas tradicionalistas o academicistas: rol del docente, estudiante, cómo se presenta y concibe el conocimiento, tipo de recursos, interacciones entre éstos, actividades a concretar, etc. Las modalidades de exámenes implementadas por los docentes en las mesas de exámenes virtuales fueron: Oral, Escrito y EMO. La modalidad oral se implementó a través de la plataforma de videollamadas institucional Google Meet. Respecto a Exámenes Escritos se efectuaron con el recurso disponible en el aula virtual de examen denominado “Actividad”. El mismo brinda la posibilidad de realizar el proceso de presentación de consigna del examen, envío de resolución y corrección de una forma controlada y ordenada. En tanto las Evaluaciones de Múltiples Opciones se desarrollaron desde la plataforma Google Form o en el recurso denominado “Evaluación” del propio Campus Virtual FCAGR. La mayoría de cátedras utilizaron el último mencionado. La Gráfica 6 muestra la distribución de modalidades de exámenes adoptadas por las diversas cátedras que evaluaron en todas las instancias.



Gráfica 6 – Modalidades de examen

Enmarcado en el protocolo destinado a tal fin, se generaron encuentros sincrónicos de Google Meet, para llevar a cabo los procesos evaluativos con registro mediante grabaciones del desarrollo de los exámenes y la asistencia de los estudiantes, manteniendo un contacto visual permanente de sus actuaciones y permitiendo una comunicación fluida con

ellos. Se generaron 117 aulas Google Meet, una para cada tribunal docente constituido, según la cantidad de estudiantes inscriptos a rendir.

4. Conclusiones

La experiencia y el análisis de la actividad académica virtual en la Facultad de Ciencias Agrarias - UNR se valora altamente positiva. Adaptarnos a una nueva modalidad de enseñanza no fue una tarea fácil, pero el esfuerzo y el compromiso de los diferentes actores se vio reflejado en el aumento de cátedras que se fueron sumando escalonadamente a esta nueva manera de transmitir y evaluar saberes. Se logró sostener el acompañamiento pedagógico y los procesos de aprendizaje de los estudiantes; garantizando así la continuidad académica y la graduación de estudiantes a lo largo de todo el año. La pandemia nos obligó a hacernos “amigos” de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) que llegaron para quedarse. De ahora en adelante, más allá de la presencialidad, la pregunta que nos haremos para cada una de nuestras prácticas docentes, será en qué modalidad nos convendría implementar. Será un gran desafío incorporar las buenas experiencias adquiridas acompañadas de estrategias adecuadas para lograr aprendizajes significativos. Sin dudas, en las Ciencias Agrarias la presencialidad es una gran necesidad, pero a pesar de carecerla durante todo este año, la Facultad siguió de pie, avanzó en un camino lleno de incertidumbres, pero de muchos y valiosos aprendizajes.

5. Bibliografía

[1] Orazzi, A. P. *Implementación de la aplicación para dispositivos móviles de comunicación Frame Design y los softwares Skyciv y Beam en la enseñanza de las estructuras*. In XIII Congreso de Tecnología

en Educación y Educación en Tecnología, Posadas, 2018.

[2] Ortiz, L. F. *Campus Virtual: la educación más allá del LMS*. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC), vol. 4, nro1, pages 25-46, 2007.

https://www.learntechlib.org/p/149482/article_149482.pdf

[3] Gómez, E. S., Maldonado-Ruiz, G., Márquez-Román, A., & Trapero, N. P. *Reconstruyendo el conocimiento práctico en confinamiento. Una experiencia de enseñanza en la formación inicial de docentes*. Revista de Educación a Distancia (RED), vol. 21, nro 65, 2021.

<https://revistas.um.es/red/article/view/450621/294991>



Educación en Tecnología

FACULTAD DE INFORMÁTICA - UNLP



Análisis de uso y aplicación de estrategias didácticas apoyadas en TIC para la formación por competencias de estudiantes de la UPEL – IPRGR durante la pandemia originada por el COVID-19

MSc. Charles Roy Maldonado 1,2

chmaldo@unet.edu.ve

1 Universidad Abierta Interamericana. Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática.
Facultad de Tecnología Informática. Buenos Aires, Argentina.

2 Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET)
Laboratorio de Investigación de Ingeniería en Informática. Táchira, Venezuela.

Dra. Damaris Pungutá

dayamara@gmail.com

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL)
Instituto Pedagógico Rural “Gervasio Rubio”. Táchira, Venezuela.
Núcleo de Didáctica y Tecnología Educativa (UPEL - IPRGR)

1. RESUMEN

Esta investigación planteó un análisis del uso y aplicación por parte de los docentes de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), en su Instituto Pedagógico Rural “Gervasio Rubio” (IPRGR), de distintas estrategias didácticas apoyadas en Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) durante la pandemia originada por el COVID-19, orientadas al desarrollo de competencias transversales en sus estudiantes, que son importantes para la formación integral del futuro profesional y deseable en el ámbito laboral. La investigación se realizó bajo una metodología cuantitativa, no experimental, de campo y de carácter transversal, lo que generó como resultado la enumeración de una serie de necesidades detectadas relacionadas con estrategias didácticas apoyadas en TIC, para el desarrollo de habilidades blandas como la facilidad de comunicación, la planificación de tareas y el trabajo en equipo; además se generaron algunos lineamientos que son necesarios abordar con el fin de atender dichas necesidades.

Palabras Clave: Competencias Transversales, Estrategias Didácticas, TIC, COVID-19.

2. INTRODUCCIÓN

El profesor egresado de la UPEL requiere

prepararse en estrategias educativas de vanguardia, que vayan dirigidas en el logro de competencias y basadas en una evaluación formativa durante los procesos de enseñanza aprendizaje; es por ello, que el proceso de enseñanza/aprendizaje basado en recursos TIC busca lograr afianzar esas competencias desde el constructivismo social, cambiando el centro del proceso educativo, enfocado en el docente y dirigirlo hacia el estudiante, como actor principal de su propio proceso educativo.

Así mismo, los avances vertiginosos de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) crean la necesidad de profundizar sobre las tendencias y bondades para su uso como un mecanismo transformador en la forma de enseñar y aprender, adaptándose al nuevo modelo curricular que se viene aplicando en la UPEL desde el año 2015 en todas las especialidades de formación docente, en donde las TIC pasaron de ser una herramienta a un eje transversal.

En este orden de ideas, si se analiza el Proyecto Tuning Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina (2007, p. 332), se definen un conjunto de competencias transversales que los universitarios deben adquirir complementarias a sus habilidades técnicas; las cuales, desde una visión integradora de las mismas, se identifican dos tipos fundamentales: las específicas y las genéricas, en particular las

competencias específicas se refieren a una profesión determinada, se adscriben a la disciplina en concreto y se encuentran consolidadas en el currículo según cada especialidad.

Por otra parte, según Tuning (ob.cit.), las competencias genéricas también denominadas transversales, integran lo cognitivo y lo motivacional, además son comunes a todas las profesiones y están constituidas por las siguientes competencias: *Instrumentales*, que hacen referencia a habilidades cognitivas, metodológicas, tecnológicas y lingüísticas; *interpersonales*, relacionadas con habilidades sociales de interacción y cooperación y las *sistémicas*, que comprenden habilidades que conciernen a sistemas complejos, que incluyen la creatividad, el liderazgo, el aprendizaje autónomo y la adaptación a nuevas situaciones. Las competencias genéricas son necesarias en los futuros egresados de esta casa de estudio, como valor agregado a sus habilidades profesionales, por lo que construir estrategias didácticas para desarrollarlas es un reto que enfrentan los docentes; quienes, además, deben apoyar y promover la transformación universitaria, de la mano de los recursos TIC disponibles para enseñarlas. Lo anterior se convierte en un espacio de oportunidades para fortalecer la formación por competencias en los futuros profesionales.

Además, en el contexto actual del distanciamiento social del año 2020, motivado por el virus SARS-COV2 que generó la pandemia mundial declarada por la Organización Mundial de la Salud (2021), que obligó a el uso de las TIC como recurso y medio para la continuidad educativa, la UPEL frente a esta realidad, promovió de forma casi obligatoria la adecuación de sus distintos programas para utilizar los recursos tecnológicos disponibles en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En relación con esta realidad, el propósito de este trabajo fue indagar sobre los recursos TIC, que se utilizan para apoyar la formación por competencias, con especial énfasis en las transversales; además se realizó una revisión sobre las estrategias didácticas soportadas en

herramientas TIC y cómo los docentes de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) hacen uso de ellas en su labor de enseñanza.

En referencia a lo planteado esta investigación dio respuesta a las siguientes interrogantes: ¿Qué competencias TIC conocen los docentes UPEL e incorporan en su labor pedagógica y profesional?, ¿Cuáles son los mecanismos didácticos que conocen y aplican los docentes, para aprovechar las TIC como elemento formativo de las competencias genéricas y transversales en sus estudiantes? y ¿Qué recursos y estrategias didácticas basadas en TIC, deben conocer y aplicar los docentes para la formación de competencias transversales en sus estudiantes, útiles en el ámbito laboral y social? con el fin de conocer y generar una serie de lineamientos que permitan el uso de estrategias apoyadas en TIC, para el desarrollo de competencias transversales en sus estudiantes, además de la adaptación a la nueva realidad producto de la presencia del COVID-19 en nuestra sociedad.

3. ANTECEDENTES

En el apartado se expone el resultado de la búsqueda de distintos trabajos de investigación que anteceden a esta investigación, referente a los esfuerzos de la comunidad científica, por definir estrategias y métodos que utilicen los recursos TIC para la formación por competencias en los estudiantes. En este sentido la investigación realizada por Olivares, Olivares, Parada (2021) titulado “El contexto de la Covid-19 como espacio para repensar la virtualización educativa por parte de docentes universitarios”, se trazó como objetivo “Determinar los cambios en las actitudes, usos e intereses de formación en las tecnologías de la información y la comunicación por parte de docentes universitarios durante la Covid-19” (p.1) para ello desarrolló una investigación cuantitativa de carácter descriptiva y longitudinal, aplicando el cuestionario como instrumento de recolección de datos en un grupo de docentes de la Facultad de Ciencias de la Salud de una universidad pública Colombiana.

Los autores citados concluyen que las características del contexto el acontecimiento generado por la pandemia, han sido un punto de cambio para iniciar el uso de las TIC con nivel de profundización o creación de conocimiento. Además, afirman que “los docentes han realizado autoaprendizajes, se han acogido a programas de capacitación institucional, y realizan propuestas como conocer nuevas plataformas educativas donde el estudiante pueda interactuar con ellas y hacer más amena la clase, aportando a los microcurrículos elementos de la virtualidad que hagan los cursos amigables e interactivos” (p.13). El aporte de esta investigación radica en comprender como los docentes se ven afectados por el contexto actual de distanciamiento social obligatorio, que estimulo el uso de las TIC como mecanismo de autoformación y enseñanza a sus estudiantes situación objeto de análisis en esta investigación.

Otro antecedente considerado fue el desarrollo por Sandoval (2020) en un instituto de educación en Bogotá Colombia, con el objetivo de “Analizar la integración de las herramientas TIC como estrategia didáctica en el proceso de aprendizaje colaborativo en los espacios de formación académica como parte como parte del nuevo rol docente” (p.25). En los resultados obtenidos se evidenció que el educador debió asumir un nuevo rol mediado por las TIC frente al aislamiento preventivo obligatorio. Además, resaltó el fortalecimiento del uso de las TIC en el contexto virtual de las clases generadas por los educadores, dado un nuevo impulso al proceso formativo basado en experiencias significativas innovadoras.

Finalmente, el autor concluye que la pandemia generó una disrupción en el sistema educativo, por tal razón, las instituciones educativas deben generar alternativas de aprendizaje efectivo bajo el modelo de educación en modalidad virtual como valor agregado a su propuesta educativa en respuesta al nuevo contexto pos COVID-19. En este orden de ideas, la influencia a este estudio resalta la necesidad de que las políticas educativas deben tener como alternativas de aprendizaje

efectivo el modelo de educación virtual, para brindar valor agregado en las propuesta educativa a partir del crecimiento de las competencias TIC en el desarrollo profesional docente, que son objeto de estudio en esta investigación.

Por otra parte, Maldonado y Pungutá (2021) en su investigación “Estrategias didácticas apoyadas en TIC para el desarrollo de competencias transversales”, desarrollada en la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET) a los docentes de Ingeniería en Informática, con el propósito de proponer un plan de formación en estrategias didácticas apoyadas en TIC, para el desarrollo de competencias transversales en estudiantes de ingeniería, destacando entre ellas la comunicación verbal y escrita, la planificación y el liderazgo. La metodología empleada fue cuantitativa, no experimental, de campo y de carácter transversal.

La influencia de este antecedente a la presente investigación se basa en comprender el esfuerzo que realiza una universidad de la región que desde el año 2015 se encuentra en un activo proceso de transformación curricular basado en la formación por competencias, y qué estrategias didácticas apoyadas en recursos TIC aplican en la formación por competencias con énfasis en las transversales. Gran parte del enfoque investigativo de este trabajo es ahondar en las interrogantes planteadas en esta investigación previa, pero desde el contexto de pandemia en la Universidad UPEL - IPGR.

4. METODOLOGÍA

La intención de este apartado es exponer la metodología utilizada para abordar el problema, con este propósito la definición del método, el cual brinda la rigurosidad científica al proceso investigativo y enmarca los pasos a seguir para lograr el objeto de estudio. Con respecto a la naturaleza de la investigación fue de tipo cuantitativa, el diseño de la investigación no experimental, lo cual según Toro y Parra (2006) definen que, “...es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos” (p.158), finalmente el tipo de investigación es

de campo, con un nivel no experimental y de carácter transversal.

Según la clasificación señalada por Gómez (2006), las investigaciones transversales son aquellas en donde “se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia en interrelación en un momento dado” (p.102). El propósito de esta fase es describir las variables y analizar la situación actual de la universidad y desde allí diagnosticar el uso de las tecnologías de información y comunicación para la enseñanza, posteriormente tomar algunas decisiones y proponer lineamientos según los hallazgos.

Con respecto a la población, Gómez, (ob.cit.) la define como “...el universo a estudiar, es decir, el conjunto total de los objetos de estudio... que comparten ciertas características comunes, funcionales a la investigación” (p. 109), en tal sentido para la presente investigación estuvo compuesta por el conjunto de docentes de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, facilitadores en el lapso 2020-U de las distintas unidades curriculares en el Instituto Pedagógico Gervasio Rubio en el municipio Junín del estado Táchira en Venezuela. Debido al tamaño de la población se realizó un censo poblacional. Así mismo, por la cantidad de docentes que laboraron este lapso, se consideró un censo poblacional, con el total de la muestra compuesta por 72 docentes.

Según los objetivos investigativos la técnica seleccionada para recopilar información fue la encuesta, la cual es definida por Flames (2012) como un instrumento capaz de brindar información de los sujetos con o sin la presencia del investigador (p. 26). Con respecto al instrumento utilizado fue el cuestionario de preguntas cerradas de selección simple y cinco alternativas de respuesta.

Para garantizar la validez, los autores establecieron el procedimiento juicio de expertos, que consistió en seleccionar tres especialistas en la materia para evaluar el instrumento en los siguientes aspectos:

coherencia con los objetivos de la investigación, correspondencia con los indicadores establecidos en el cuadro de variables, adecuada redacción de las instrucciones y los ítems; y que la presentación y longitud del instrumento sea el correcto para el estudio.

De lo anterior, una vez diseñado el cuestionario a ser utilizado en la investigación, este fue sometido al juicio de tres (3) expertos, todos ellos docentes universitarios, cuyas observaciones permitieron realizar las modificaciones en cuanto a pertinencia, correspondencia con los objetivos de estudio, claridad y congruencia en la redacción de cada ítem. Por otra parte, Flames (ob.cit.) plantea que el método estadístico para calcular la confiabilidad se debe seleccionar en base al criterio de compatibilidad matemática entre el tipo de confiabilidad y el instrumento seleccionado; además, recomienda que para cuestionarios que apliquen escala de Lickert o preguntas cerradas con opciones de respuestas policotómica, se debe aplicar el método Alfa de Cronbach.

El coeficiente de confiabilidad se determinó luego de la aplicación de una prueba piloto a un grupo de 10 docentes de la carrera de educación, en la Universidad de los Andes núcleo Táchira, con características similares a la población objeto de estudio. Con los datos recopilados se transcribieron y analizaron los cálculos con el método de Coeficiente de Cronbach para conocer el grado de confiabilidad del instrumento; para la interpretación del valor obtenido se tomó en cuenta la escala sugerida por Hernández, Sampieri y Mendoza C. (2018) Según lo expuesto, el instrumento diseñado tuvo un grado de confiabilidad muy alto, debido a que el valor obtenido fue de 0.91.

La técnica de análisis de datos aplicada fue la estadística descriptiva, para lo que se empleó algunas herramientas informáticas, con el fin de encontrar como lo indica Hernández, Sampieri y Mendoza (ob.cit.), frecuencia, porcentaje, moda, percentiles, media, mediana, desviación típica y varianza, que permitieron construir cuadros, esquemas, dibujos,

histogramas, para una correcta discusión de resultados.

Finalmente, se presentó la operacionalización de la variable objeto de estudio en esta investigación. La variable fue definida como: estrategias didácticas apoyadas en TIC y su descripción y objeto se enmarcó en la conceptualización de estrategias didácticas, que según Flores (2017) es definida como "...métodos y herramientas necesarias y valiosas para mejorar tanto los procesos de enseñanza y aprendizaje como también la acción docente en el contexto universitario. Su uso fomenta el desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas por parte del estudiante, mientras que promueve prácticas docentes reflexivas y enriquecedoras en el profesor." (p.8), estos métodos y técnicas pueden ser implementados con el uso de recursos TIC.

La operacionalización según Hernández, Sampieri y Mendoza C (ob.cit.) "se fundamenta en la definición conceptual y operacional de la variable..." "cuando se construye un instrumento, el proceso más lógico para hacerlo es transitar de la variable a sus dimensiones o componentes, luego a los indicadores y finalmente a los ítems o reactivos y sus categorías." (p.243), con este propósito las dimensiones y sus indicadores se presenta en el cuadro 1 de operacionalización de la variable de investigación.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

A continuación, se presenta el análisis y la interpretación de los resultados del instrumento aplicado a la población objeto de estudio. El instrumento⁽¹⁾ utilizado, estuvo conformado por 45 reactivos cada uno vinculado a los indicadores y dimensiones que se analizaron según describe el Cuadro 1.

(1) <https://forms.gle/bmfgAAkqcBJbbWLw6>
Cuadro 1. Operacionalización de variables.

Objetivo General: Proponer estrategias didácticas Apoyadas en TIC para el desarrollo de competencias transversales en estudiantes universitarios.				
Objetivos Específicos	Variable	Dimensión	Indicador	Ítems
Diagnosticar las competencias que poseen los docentes de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), con respecto a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).		Competencias TIC del Docente	Conocimientos de los Recursos Educativos TIC.	1,2,3,4, 5,6
			Aplicación Didáctica.	7,8,9,10, 11
			Integración de las TIC al currículo.	12,13, 14,15, 16,17
Determinar el nivel de conocimiento de estrategias didácticas apoyadas en TIC que los docentes UPEL utilizan para el desarrollo competencias transversales en sus estudiantes.		Estrategias didácticas Apoyadas en TIC	Instrumentales	18,19, 20,21, 22,23, 24,25, 26,27
				Desarrollo de Competencias Transversales
			Sistémicas	37,38, 39,40, 41,42, 43,44, 45

Los resultados fueron ordenados en una tabla de frecuencia, posteriormente a cada opción de respuesta se le asignó un valor (peso): 1 para la opción nunca, 2 para la opción casi nunca, 3 algunas veces, 4 casi siempre y el valor 5 para la respuesta siempre, ver anexos. El baremo evaluativo se presenta en el siguiente cuadro N° 2

Cuadro N° 2: Baremo Evaluativo.

Escala	Desde	Hasta
No utilizado	72	236
En proceso	237	296
Aplicado	297	360

Las frecuencias de respuesta de los encuestados se multiplicaron por el peso asignado a cada respuesta y luego se realizó una sumatoria, el valor obtenido fue ubicado en el baremo evaluativo que comprende tres escalas: aplicado, en proceso y no utilizado, en detalle si la sumatoria de la frecuencia por el peso obtenido en cada ítem se ubica entre 72 a 235 puntos, el ítem se considera como no utilizado, si el ítem se encuentra entre 236 y 296 puntos se considera en proceso, por último, si la sumatoria de la frecuencia por el peso está entre 297 y 360 puntos es considerado como aplicado. El baremo fue

diseñado en base a métodos de análisis de la estadística descriptiva, para crear los intervalos estadísticos con la finalidad de realizar la interpretación de los resultados.

En este orden de ideas, los datos analizados para la dimensión competencias TIC del docente que contempla los indicadores: conocimientos de los recursos educativos TIC, aplicación didáctica e integración de las TIC en el currículo. El instrumento en los ítems 1 y 4 al 15 indica que están dentro del rango Aplicado, esto implica que los docentes hacen uso constante del computador y utilizan recursos didácticos apoyados en TIC e incluyen el uso de internet en este propósito. Además, utilizan la diversidad de recursos audiovisuales disponibles para la comunicación formal e informal con sus estudiantes y en la construcción de recursos didácticos propios que son necesarios en las unidades curriculares que imparten. Por otra parte los ítems 2,3 y 16 señalan que en cuanto a la formación, actualización y la socialización entre pares sobre el uso de las TIC como recurso educativo, se observa que están en proceso de consolidación. Lo anterior implica que los docentes poseen sólidas competencias TIC y hacen uso de ellas en su labor didáctica, pero esta formación se logra por esfuerzo propio, en vista a que no reciben formación planificada sobre los recursos TIC disponibles para educar.

Los resultados obtenidos para la dimensión desarrollo de competencias transversales, en específico, lo referido a las competencias instrumentales, se evidenció en los ítems 19, 20 y 27 que los encuestados no utilizan la internet y sus recursos web como mecanismo de expresión, evaluación y publicación de los resultados de aprendizaje del estudiante, ni utilizan materiales disponibles en inglés. En cuanto a los ítems 18 y 21 al 26 sobre el desarrollo de actividades donde se incentive al estudiante a aplicar los conocimientos adquiridos en entornos reales o simulados, el uso de vídeos como herramienta educativa y evaluativa, diseño de espacios web que permitan debatir, reflexionar, analizar e interpretar para dar las respuestas a través de

producciones digitales, se observó que algunos docentes por las características de sus asignaturas lo aplican por lo que se considera estas destrezas en proceso la consolidación.

En cuanto al ítem 21 señala que los docentes utilizan herramientas para crear espacios virtuales de comunicación con sus estudiantes. En consecuencia, a lo planteado, se deben formar a los enseñantes sobre los recursos TIC y las estrategias que le permita evaluar a sus estudiantes, además de motivar la expresión de ideas y la publicación de resultados de las asignaturas en sitios web y con el uso de videos entre tantos otros recursos disponibles, incorporando métodos que apunten al uso frecuente del idioma inglés en los recursos didácticos.

Continuando con el análisis, el indicador competencias interpersonales, referidas a las capacidades individuales relacionadas a las formas adecuadas de expresar los propios sentimientos, además de las habilidades de crítica y de autocrítica, la capacidad de trabajar en equipo o la expresión de compromiso social y ético, que tienden a facilitar los procesos de interacción social y cooperación; se observó que más de 90% de los reactivos que definen la enseñanza de estas competencias se encuentran en proceso (ítems 29 al 31 y 33 al 36), y el restante 10% referidas al manejo de grupos de trabajo y liderazgo se enmarcan en la escala no utilizado (ítems 28 y 32). Lo anterior señala la necesidad de profundizar en estrategias didácticas que apunten al desarrollo de competencias blandas deseables en el ámbito laboral y en especial las referidas a liderazgo y manejo de equipos.

Por otra parte, con respecto al último indicador: estrategias didácticas apoyadas en TIC para el desarrollo de competencias sistémicas, estas requieren como base la adquisición previa de competencias instrumentales e interpersonales. De acuerdo con los datos suministrados por los docentes, referidas a las actividades que los profesores aplican para formar las competencias como creatividad, calidad y emprendimiento, evaluados en los ítems 37, 38 y 40 se encuentran de acuerdo al baremo interpretativo

en proceso. En atención a organizar actividades apoyadas en recursos TIC, donde el estudiante conozca, identifique y satisfaga las necesidades de clientes reales o simulados y al uso de estrategias didácticas que permitan la interacción de los estudiantes con agentes distintos a la asignatura ítem 39 y 44 los resultados arrojan que no es utilizado.

Continuando con el análisis, lo referente al diseño de una evaluación que incentive en los estudiantes la capacidad de adaptarse sin problemas a los cambios de herramientas y planificar actividades con el uso de recursos TIC, donde el estudiante deba programar las acciones y plazos necesarios para la ejecución de un proyecto, evaluado en los ítems 43 y 45, indican que son utilizadas por muy pocos docentes en su práctica didáctica.

Finalmente, los ítems 41 y 42 sobre planificar situaciones de crisis simuladas donde se estimule al estudiante a ser rápido en reaccionar y proponer soluciones y actividades con el uso de recursos digitales para generar situación de estrés o de tensión, con el fin de evaluar si el estudiante mantiene un enfoque positivo hacia personas o situaciones se observa que la mayoría de profesores no lo tienen presente en su accionar pedagógico. Lo descrito señala que las competencias sistémicas son consideradas por muy pocos docentes a la hora del diseño y aplicación de sus estrategias didácticas mediadas por recursos TIC.

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos evidencian que los docentes de la UPEL - IPRGR poseen conocimientos claros en cuanto a las TIC y hacen uso de algunos recursos e internet como mecanismo formativo en su acción pedagógica, además tratan de incorporar algunas estrategias y elementos didácticos con el uso de herramientas TIC, pero es necesario fortalecer su formación en recursos TIC y elementos pedagógicos para la integración de las tecnologías en situaciones de enseñanza diversas, que les permita gestionar ambientes de aprendizaje flexibles, amenos, motivadores y enriquecidos con tecnología en la virtualidad.

Por otra parte, se evidencia la necesidad de promover mecanismos que permitan a los docentes compartir información y elementos didácticos útiles en el proceso formativo entre pares. Sobre las distintas destrezas de tipo transversal que, si bien realizan esfuerzos por formar algunas, se observa una necesidad manifiesta en proponer un esquema formativo que consolide en los docentes estas capacidades, además de incorporar estrategias didácticas apoyadas en TIC para que su accionar pedagógico se oriente en el esfuerzo de la formación de competencias blandas deseables en el ámbito laboral, de la mano de las competencias técnicas de cada especialidad.

Finalmente, es necesario indagar sobre cuales recursos TIC se adaptan mejor al contexto venezolano por su realidad política y social, que contribuya eficazmente en la formación a través de la virtualidad, con estrategias didácticas enfocadas por competencias con énfasis en las transversales, por otra parte en función de los resultados obtenidos, es necesario diseñar una propuesta formativa para el uso de recursos TIC por parte del docente en específico: los Vídeos como estrategia de enseñanza, aprendizaje y evaluación. Herramientas de planificación y gestión de proyectos. Búsqueda y generación de contenido de calidad a través de internet en español e inglés entre otros.

7. LINEAMIENTOS PROPUESTOS

Una vez interpretados los resultados obtenidos en esta investigación e identificar algunas necesidades referidas a la formación y actualización del docente en cuanto a las competencias transversales, las estrategias didácticas y las herramientas TIC, se propone como paso inicial, promover una jornada informativa sobre los recursos TIC disponibles en el ámbito educativo para el desarrollo de competencias transversales, además de las distintas estrategias didácticas que se pueden combinar en la planificación para la formación de competencias técnicas con énfasis en las transversales.

Posteriormente y en específico, se plantea realizar un taller para fortalecer en los profesores, los conocimientos sobre el uso efectivo del internet para la búsqueda y clasificación de información de calidad y fuentes confiables, con el fin de aplicarlo en la didáctica de formación de sus estudiantes, y robustecer así las competencias blandas referidas a la capacidad de aprendizaje y autoaprendizaje, uso de conocimientos previos, habilidades para la búsqueda y gestión de la información, interés por la calidad, orientación a resultados, comunicación y habilidades informáticas básicas.

En este orden de ideas, se sugiere también un taller de formación docente sobre weblog y foro virtual que permita la publicación y creación de contenidos individual o en grupo en internet de manera sencilla, orientado a desarrollar las habilidades antes mencionadas y adicional a estas, las correspondientes a orientación a resultados, comunicación escrita, habilidad para trabajar de forma autónoma, responsabilidad laboral, capacidad crítica y autocrítica, capacidad de planeación, Negociación/ Persuasión, y trabajo en equipo. Por otra parte, proporcionará a los docentes los fundamentos teóricos y las herramientas prácticas para hacer un uso adecuado del vídeo en el proceso de educativo para fortalecer habilidades genéricas referidas a capacidad de aprendizaje, capacidad de análisis y síntesis, uso de conocimientos previos, interés por la calidad, comunicación verbal, autocontrol, seguridad en sí mismo, habilidad para trabajar de forma autónoma, capacidad crítica y autocrítica, toma de decisiones, flexibilidad/gestión del cambio, capacidad de planificación y trabajo en equipo.

Finalmente proporcionará una herramienta que contribuya a la planificación y seguimiento colectivo de proyectos orientada a la construcción de habilidades blandas como la planificación, organización, negociación, asertividad, trabajo en equipo, responsabilidad social, responsabilidad laboral, comunicación escrita, iniciativa y orientación a resultados.

8. TRABAJOS FUTUROS

De la investigación desarrollada se desprenden algunos trabajos futuros:

- a) Diseñar recursos TIC orientados a la formación de competencias transversales en el contexto venezolano, comunes a las distintas disciplinas formativas, que se puedan implementar para la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación.
- b) Diseñar un patrón pedagógico para utilizar el vídeo como elemento de enseñanza, aprendizaje y evaluación de ciertas competencias genéricas.
- c) Diseñar y probar modelos evaluativos de competencias técnicas y genéricas a través de herramientas TIC disponibles.

9. REFERENCIAS

- Flores, J. F. (2017). Estrategias didácticas para el aprendizaje significativo en contextos universitarios. Universidad de Concepción. Unidad de Investigación y Desarrollo Docente. Año de edición: 2017, ISBN: 978-956-9280-27-6.
- Flames G., A. (2012). Trabajo de Grado Cuantitativo y Cualitativo. Ediciones de la Universidad Bolivariana de Venezuela. Impreso en la República Bolivariana de Venezuela. Año de edición 2012. ISBN: 978-980-404-033-7. [Libro en Línea]. Disponible en: http://bibliotecadigital.fundabit.gob.ve/wp-content/uploads/2019/10/ColeccionMaestro/Trabajo_de_Grado.pdf [consulta: 2021, febrero 10]
- Gómez, M. (2006). Introducción a la metodología de la investigación científica (1a ed.). Córdoba: Brujas.
- Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education, Año de edición: 2018, ISBN: 978-1-4562-6096-5.
- Maldonado Ch. y Pungutá D. (2021). Estrategias didácticas apoyadas en TIC para el desarrollo de competencias transversales.

Educ@ción en Contexto, Vol. VII, N° 13, enero-junio, 2021. ISSN 2477-9296 [Documento en Línea]. <https://educacionencontexto.net/journal/index.php/una/article/view/155> [consulta: 2021, febrero 10]

Olivares-Parada, G., Olivares-Parada, P., & Parada-Rico, D. (2021). El contexto de la Covid-19 como espacio para repensar la virtualización educativa en docentes universitarios. Educación Y Humanismo, 23(40). [Documento en Línea] Disponible en: <https://doi.org/10.17081/eduhum.23.40.4276> [consulta: 2021, enero 10]

Organización Mundial de la Salud (2021) Actualización Epidemiológica Enfermedad por coronavirus (COVID-19). [Documento en Línea] Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/actualizacion-epidemiologica-enfermedad-por-coronavirus-covid-19-9-febrero-2021> [consulta: 2021, marzo 04].

Proyecto Tuning. (2007). Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina. Informe final. Proyecto Tuning América Latina, 2004-2007. [Documento en línea]. Disponible en: http://tuning.unideusto.org/tuningal/index.php?option=com_docman&task=view_category&catid=22&Itemid=191&σ=dmdate_published&ascdesc=DESC [Consulta 2021, marzo 20].

Sandoval, C. H. (2020). La Educación en Tiempo del Covid-19 Herramientas TIC: El Nuevo Rol Docente en el Fortalecimiento del Proceso Enseñanza Aprendizaje de las Prácticas Educativa Innovadoras. Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0, 9(2), 24-31. . [Documento en Línea] Disponible en: <https://doi.org/10.37843/rted.v9i2.138> [consulta: 2021, febrero 05].

Toro, I. D., & Parra, R. D. (2006). Método y conocimiento. Metodología de la investigación (1° ed.). Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT.

10. ANEXO Tabulación del Instrumento.

Items	Nunca			Casi Nunca			Algunas Veces			Casi Siempre			Siempre			Total $\Sigma(F*P)$
	F	P	F*P	F	P	F*P	F	P	F*P	F	P	F*P	F	P	F*P	
1	0	1	0	0	2	0	0	3	0	20	4	80	52	5	260	340
2	0	1	0	8	2	16	24	3	72	20	4	80	20	5	100	268
3	0	1	0	8	2	16	12	3	36	40	4	160	12	5	60	272
4	0	1	0	0	2	0	8	3	24	28	4	112	36	5	180	316
5	0	1	0	0	2	0	16	3	48	16	4	64	40	5	200	312
6	0	1	0	0	2	0	4	3	12	12	4	48	56	5	280	340
7	0	1	0	0	2	0	8	3	24	28	4	112	36	5	180	316
8	0	1	0	0	2	0	4	3	12	28	4	112	40	5	200	324
9	0	1	0	0	2	0	12	3	36	40	4	160	20	5	100	296
10	0	1	0	0	2	0	4	3	12	16	4	64	52	5	260	336
11	0	1	0	0	2	0	4	3	12	36	4	144	32	5	160	316
12	0	1	0	0	2	0	4	3	12	52	4	208	16	5	80	300
13	0	1	0	0	2	0	0	3	0	56	4	224	16	5	80	304
14	0	1	0	0	2	0	0	3	0	40	4	160	32	5	160	320
15	0	1	0	0	2	0	0	3	0	56	4	224	16	5	80	304
16	0	1	0	12	2	24	8	3	24	40	4	160	12	5	60	268
17	0	1	0	0	2	0	8	3	24	40	4	160	24	5	120	304
18	0	1	0	4	2	8	8	3	24	44	4	176	16	5	80	288
19	4	1	4	20	2	40	16	3	48	24	4	96	8	5	40	228
20	12	1	12	4	2	8	20	3	60	24	4	96	12	5	60	236
21	0	1	0	0	2	0	12	3	36	32	4	128	28	5	140	304
22	0	1	0	0	2	0	12	3	36	52	4	208	8	5	40	284
23	0	1	0	0	2	0	16	3	48	44	4	176	12	5	60	284
24	0	1	0	4	2	8	28	3	84	28	4	112	12	5	60	264
25	4	1	4	8	2	16	8	3	24	44	4	176	8	5	40	260
26	0	1	0	4	2	8	20	3	60	32	4	128	16	5	80	276
27	16	1	16	24	2	48	16	3	48	16	4	64	0	5	0	176
28	4	1	4	24	2	48	28	3	84	12	4	48	4	5	20	204
29	0	1	0	8	2	16	8	3	24	52	4	208	4	5	20	268
30	0	1	0	12	2	24	20	3	60	36	4	144	4	5	20	248
31	0	1	0	12	2	24	12	3	36	44	4	176	4	5	20	256
32	8	1	8	4	2	8	32	3	96	24	4	96	4	5	20	228
33	4	1	4	4	2	8	28	3	84	32	4	128	4	5	20	244
34	0	1	0	12	2	24	20	3	60	40	4	160	0	5	0	244
35	0	1	0	8	2	16	16	3	48	40	4	160	8	5	40	264
36	4	1	4	4	2	8	12	3	36	48	4	192	4	5	20	260
37	0	1	0	0	2	0	28	3	84	28	4	112	16	5	80	276
38	0	1	0	4	2	8	28	3	84	28	4	112	12	5	60	264
39	12	1	12	0	2	0	28	3	84	24	4	96	8	5	40	232
40	0	1	0	4	2	8	24	3	72	32	4	128	12	5	60	268
41	8	1	8	8	2	16	32	3	96	8	4	32	16	5	80	232
42	12	1	12	20	2	40	20	3	60	20	4	80	0	5	0	192
43	8	1	8	4	2	8	20	3	60	32	4	128	8	5	40	244
44	20	1	20	8	2	16	20	3	60	24	4	96	0	5	0	192
45	12	1	12	4	2	8	20	3	60	28	4	112	8	5	40	232

Enfoque didáctico para la enseñanza transdisciplinar de la Inteligencia Artificial

Sol Bertochi¹ Jorge Navarro¹ Jorge Rodríguez² Laura Cecchi²

¹ *Consejo Provincial de Educación*

MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE LA PROVINCIA DE NEUQUÉN

² *Grupo de Investigación en Lenguajes e Inteligencia Artificial*

Facultad de Informática - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE

solbertochi@gmail.com, jorge.navarro@est.fi.uncoma.edu.ar,
{j.rodri, lcecchi}@fi.uncoma.edu.ar

Resumen

Actualmente, hay un consenso a nivel mundial sobre la importancia de incorporar al diseño curricular del nivel secundario, conceptos referidos al área de conocimiento de la Inteligencia Artificial (IA). Sin embargo, no hay un acuerdo en qué contenidos deberían ser incluidos ni tampoco en la metodología a seguir.

Algunos trabajos consideran de interés, que el conocimiento de la IA no sea enseñado solo desde el enfoque disciplinar, sino que se trabaje en forma transdisciplinar, considerando que en la vida cotidiana los problemas son transversales a diferentes dominios y requieren de varias disciplinas para poder resolverse. Particularmente, se valora la intervención de las Ciencias Sociales, para analizar el impacto que está teniendo la IA y estudiar las implicancias éticas, sociales y legales de la misma.

En este trabajo se introduce un enfoque didáctico transdisciplinar novedoso, destinado a estudiantes de la escuela secundaria, cuya propuesta metodológica atraviesa diversas áreas disciplinares y confluye en la enseñanza de la IA desde diferentes dimensiones. Asimismo, se describe un trabajo de campo realizado en una escuela secundaria de la región, que aborda el tema bajo el enfoque didáctico propuesto. Se describe la experiencia, detallando los dispositivos tecnológicos utilizados, las actividades realizadas y los artefactos digitales construidos a

partir de ellas.

Palabras Clave: EDUCACIÓN EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN, ESCUELA SECUNDARIA, INTELIGENCIA ARTIFICIAL, CIENCIAS SOCIALES, ENFOQUE TRANSDISCIPLINAR .

1. Introducción

Los vehículos auto-conducidos o autónomos, los chatbots que mantienen una conversación con humanos, los robots que colaboran en tareas cotidianas y aquellos que viajan al espacio, la posibilidad de predecir fraudes o el comportamiento de un individuo y dar recomendaciones personalizadas y la tendencia hacia las ciudades inteligentes, ya no son elementos de ciencia ficción.

Así, podemos afirmar que la Inteligencia Artificial (de ahora en más IA) ya forma parte de la vida cotidiana de los sujetos, que desde temprana edad han sido socializados en este área, utilizando videojuegos, asistentes virtuales, Smart TV y teléfonos inteligentes, entre otros.

En consecuencia, esta interacción de los humanos con la IA ha impactado en la forma en que los sujetos se comportan, lo que ha llevado al advenimiento de nuevos efectos en la economía y en las cuestiones sociales, morales y éticas.

Este contexto parece ser el génesis de una

nueva era en la historia de la humanidad, donde los humanos deben interactuar con la IA. Esto supone buscar nuevas herramientas para que la ciudadanía piense y actúe críticamente.

Las 10 tendencias tecnológicas estratégicas del 2020 de la consultora Gartner¹ están estructuradas sobre la idea de *espacios inteligentes centrados en la persona*, lo que significa considerar cómo las tecnologías afectan a las personas (clientes, empleados, etc.) y a los lugares donde viven o trabajan (sus hogares, oficinas, autos, etc.). Este enfoque direcciona la innovación, considerando a la robótica autónoma y a la IA, particularmente al campo del Aprendizaje Automatizado (Machine Learning), no sólo hacia el enfoque tecnológico sino también hacia el social.

La educación de nuestros futuros ciudadanos debería tomar en cuenta estas dimensiones. Así, el trabajo transdisciplinar y colaborativo entre áreas permitirá una formación holística de nuestros estudiantes.

Si bien hay consenso en la importancia de incorporar el campo de IA al diseño curricular del nivel secundario, no hay un acuerdo en qué contenidos deberían ser incluidos ni tampoco en la metodología a seguir. No obstante, algunos trabajos consideran de interés, que el conocimiento de la IA no sea enseñado solo desde el enfoque disciplinar, sino que se trabaje en forma transdisciplinar, considerando que en la vida cotidiana los problemas son transversales a diferentes dominios y requieren de varias disciplinas para poder resolverse [1]. Particularmente, se valora la intervención de las Ciencias Sociales, para analizar el impacto que está teniendo la IA y estudiar las implicancias éticas, sociales y legales de la misma [18].

Por otra parte, se desea que la educación busque desarrollar y anticipar habilidades que requerirán los futuros ciudadanos para vivir y trabajar en la era de la IA [18].

En este trabajo presentamos un enfoque didáctico novedoso, destinado a estudiantes del nivel secundario, cuya propuesta metodológica

atraviesa diversas áreas disciplinares y confluye en la enseñanza de la IA desde diferentes dimensiones. A fin de lograr una curva de aprendizaje suave, el enfoque se compone de cinco estructuras de conocimiento que indican diferentes intensidades en el estudio de la IA, iniciando con los saberes preelaborados y que en forma incremental alcanza la capacidad de aplicar un concepto en forma concreta.

Asimismo, se presenta un trabajo de campo realizado en la escuela secundaria CPEM 71, de la ciudad de Centenario, Provincia de Neuquén, durante el año 2020 en un contexto de no presencialidad, en el que el enfoque propuesto fue llevado a la práctica. Esta experiencia involucró la colaboración de las áreas de Informática y de Ciencias Sociales de la institución. Se describe la experiencia, siguiendo el enfoque propuesto, detallando los dispositivos tecnológicos utilizados, las actividades realizadas y los artefactos digitales construidos a partir de ellas.

El trabajo presentado está estructurado como sigue. En la sección 2, se presenta el contexto educativo nacional e internacional y tecnológico. A continuación, se introduce el enfoque didáctico para la enseñanza de la Inteligencia Artificial en forma transdisciplinar. En la sección 4, se detalla y explica el trabajo de campo realizado basado en el enfoque. Finalmente, se presentan las conclusiones.

2. Contexto

Actualmente, la IA forma parte de la vida cotidiana de los sujetos. Los rápidos desarrollos en este campo se reflejan en los productos que utilizamos todos los días. Así, los jóvenes se enfrentan al uso de productos potenciados con IA, como por ejemplo los teléfonos celulares, desde su infancia.

Usar y entender estas tecnologías se han convertido en habilidades necesarias en la formación de los estudiantes a fin de prepararlos para integrar la sociedad del futuro.

En este sentido, se plantea como un desafío, el enfrentar los cambios en la educación para empoderar a los futuros ciudadanos, integrando

¹<https://www.gartner.com/en/publications/top-tech-trends-2020>

conocimientos de la IA en las propuestas curriculares.

Sin embargo, la IA es un área compleja en la que han contribuido a su desarrollo, con ideas, puntos de vista y técnicas, diferentes disciplinas como la Matemática, la Filosofía, la Lingüística y la Neurociencia[14].

Por otra parte, en esta nueva era es incierto como se relacionarán las nuevas tareas que serán creadas por la IA, con los trabajos existentes y los que aún no han sido instaurados[19]. Por estas razones, se suma, como un reto del siglo XXI, buscar la integralidad y transversalidad de la tecnología en los diversos ejes del saber.

Así, la IA requiere de su estudio no solo desde un enfoque tecnológico, sino también debe incluir otras dimensiones disciplinares. El estudio de las Ciencias de la Computación y de la IA en particular, podría adquirir una perspectiva más holística y transdisciplinar, no sólo para analizar la realidad actual y futura, sino principalmente para poder intervenir en ella [5]. Y así, tanto alumnos como docentes podrían, desde esta perspectiva, construir un conocimiento colaborativo y compartido.

Todos los países reconocen que la IA es la nueva frontera tecnológica y de competitividad, por lo que se han comenzado a delinear estrategias políticas. La educación es uno de los ejes, siendo la incorporación de la IA al currículum escolar uno de los puntos en estudio. Así, varios países lo han incorporado a sus agendas y a sus presupuestos [8, 3, 10, 17]. Por otra parte, organizaciones como la International Society for Technology in Education (ISTE) [9] han reconocido esta necesidad y han comenzado a trabajar en ello. Asimismo, la Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI), la Computer Science Teachers Association (CSTA) e IA4All² están trabajando en conjunto para desarrollar pautas para la enseñanza de la IA a estudiantes de las escuelas primarias y secundarias [1].

Los conceptos básicos y los fundamentos de IA están entre los temas a desarrollar en la es-

cuela secundaria. Sin embargo, el foco hacia donde deberíamos orientar los conocimientos de IA no están aún estipulados, como tampoco los temas a desarrollar ni la metodología a seguir, siendo actualmente, puntos de interés en estudio [20, 16]. A fin de cubrir este vacío, en [20] se han categorizado en tres dimensiones el alcance de la IA en la educación primaria y secundaria: conceptos, aplicaciones y seguridad y ética en IA. En este mismo sentido, AI4K12.org propone *Five Big Ideas in AI*³, donde una de ellas es el *Impacto Social de la IA*, marcando las cuestiones sociales positivas y negativas de su uso. Algunos trabajos [20, 15, 16] han propuesto actividades a desarrollar para la enseñanza de IA, aunque pocos han propuesto una conexión con otras disciplinas para su estudio.

En dirección a establecer políticas que incorporen la IA, en 2018 el Gobierno de la República Argentina presentó la Agenda Digital 2030 [2], que incluye la creación del Plan Nacional de Inteligencia Artificial. A comienzos de ese mismo año, Argentina lanzó el Plan Aprender Conectados [13], una propuesta pedagógica integral que busca garantizar la alfabetización digital para el aprendizaje de competencias y saberes necesarios para la integración en la cultura y la sociedad del futuro. La UNESCO en el año 2019, “destacó a la Argentina como ejemplo de vanguardia en la formación de estudiantes orientada al desarrollo de IA, a través del plan de alfabetización digital Aprender Conectados que impulsa el Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología” [11].

En Argentina se establecieron los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP) de Educación Digital, Programación y Robótica [4] dirigidos a toda la educación obligatoria para promover la formación de ciudadanos activos, capaces de entender y hacer un uso crítico de las tecnologías digitales, que son cada vez más indispensables en todos los aspectos de la vida.

En el Anexo II de la Res. N° 343/18 “NAP de Educación Digital, Programación y Robótica” se fija “un plazo de 2 años para adecuar los documentos curriculares y explicitar en qué áreas

²<http://ai-4-all.org/>

³<https://github.com/touretzkyds/ai4k12/wiki>

de conocimiento se trabajarán esos contenidos” [13]. En nuestra región y en concordancia con el Plan Aprender Conectados, el Consejo Provincial de Educación de la Provincia de Neuquén presentó en 2018, un nuevo diseño curricular de Educación Secundaria de la Provincia de Neuquén [6]. Los NAP están incluidos en el diseño curricular, distribuidos tanto en el Ciclo Básico Común e Interciclo, como en el Ciclo Orientado de todas las Modalidades del nivel. Asimismo, y acompañando la implementación del área tecnológica del nuevo diseño, la provincia está llevando a cabo el proyecto *Educación Digital Neuquén*⁴, que colabora con la integración de la robótica, entre otros temas.

Así, surge como una necesidad para cumplir con los lineamientos de la resolución y poner en práctica este diseño, el desarrollo de metodologías que permitan una formación holística de nuestros futuros ciudadanos, involucrando el entendimiento de la IA, de tal modo que sea posible utilizarla en la vida cotidiana conociendo los riesgos y las ventajas que presenta y que puedan integrarla a sus trabajos en diferentes dominios, como finanzas, medicina e inclusive la industria del entretenimiento, de modo ético y seguro. El estudio de la IA en la escuela secundaria, en el que en forma transversal y complementaria a los contenidos disciplinares técnicos, otras disciplinas contribuyan al entendimiento de las técnicas y al análisis y reflexión, respecto del impacto social de este área de las Ciencias de la Computación, nos permitirá dar un paso en este sentido.

3. Enfoque Didáctico

Actualmente, se está enfatizando a nivel mundial sobre la importancia de incorporar al diseño curricular del nivel secundario, conceptos referidos al área de conocimiento IA como agentes inteligentes que modelan el mundo y usan esa representación para razonar sobre él, técnicas de Machine Learning y sistemas que interactúan naturalmente con los humanos.

⁴<http://educaciondigital.neuquen.gov.ar/>

Si bien la necesidad de aproximar este tipo de conocimiento a la escuela secundaria tiene un amplio consenso, en tanto se ubica como una pieza clave para mejorar las oportunidades de comprender el mundo, la naturaleza de este tipo de conocimiento exige prestar especial atención a las transposiciones didácticas y las estrategias metodológicas que ayuden a que conocer sobre IA resulte un desafío posible para estudiantes de la escuela secundaria.

El cuerpo de conocimiento relacionado con el área IA se caracteriza por ser de tipo abstracto, como por ejemplo estrategias de búsqueda y representación del conocimiento. Por otra parte, suele requerir el dominio de otras áreas de las Ciencias de la Computación.

En términos de la didáctica específica, el desafío es construir pisos bajos y techos altos para la IA, como lo hace la programación basada en bloques para el área Algoritmos y Programación.

Considerando las diferencias que se plantean con las otras áreas y los aspectos curriculares descriptos surge la necesidad de proponer un enfoque didáctico definido específicamente para facilitar enseñanzas y aprendizajes en el campo de la IA.

El enfoque didáctico que se propone busca una aproximación al área de forma multidisciplinar, sosteniendo la especificidad disciplinar y al mismo tiempo ofrecer pisos bajos que tiendan a hacer accesible este tipo de conocimiento a una población estudiantil sin formación previa en el área de conocimiento.

Asimismo, el enfoque propuesto busca desarrollar habilidades en espiral; en el centro se ubica en conjunto de conocimiento más próximos al tipo de tareas que la población estudiantil puede resolver al inicio del proceso formativo y a las concepciones elaboradas en forma previa. Cada ciclo, bucle o iteración incorpora progresivamente prácticas y conceptos más complejos, ampliando en forma gradual la zona de desarrollo próximo.

Cada ciclo, representa el abordaje del problema de aprender IA desde las perspectivas epistemológicas ofrecidas por cada una de las áreas

disciplinares. Así, por ejemplo desde el área Ciencias Sociales se prestará mayor atención a las implicaciones éticas, políticas y sociales, mientras desde el área Computación se trabajará con mayor énfasis en la aproximación a conceptos como representación del conocimiento. El orden en que interviene cada área no es fijado a ninguna prioridad, sino que secuencian en relación la organización escolar.

En este modelo de organización de los contenidos, las disciplinas tienen la función de proporcionar los medios e instrumentos para posibilitar la consecución de los objetivos de aprendizaje. En esta dirección, el criterio de estructuración de los contenidos está determinado por las necesidades emergentes en la elaboración de un producto.

Así, las áreas de conocimiento entran en juego en el momento en que el conocimiento disciplinar es necesario para avanzar en la elaboración de un artefacto concreto. Las producciones construidas en este proceso son una expresión de los aprendizajes logrados y ganan complejidad progresivamente al ser interpeladas desde diferentes perspectivas epistemológicas. Desde este punto de vista se considera que la organización de los contenidos tiene forma transdisciplinar.

El enfoque didáctico propuesto supone la construcción sucesiva de estructuras cognitivas de complejidad creciente. La Figura 1 muestra la definición para estas estructuras. Cada una incorpora nuevos elementos que amplían las posibilidades de comprender y construir artefactos que incorporan técnicas y conceptos sobre IA. Esta definición no es absoluta, necesariamente deberá considerar las particularidades del sujeto que aprende y la realidad contextual.

Las áreas que intervienen tienen que ver con la realidad institucional. La cantidad de iteraciones para cubrir una estructura tiene que ver con las particularidades de la población estudiantil. Por otra parte, la cantidad de estructuras a explorar tiene que ver con los sujetos, la docencia, las temporalidades y los objetivos formativos, entre otras.

El enfoque se organiza en estructuras de conocimiento de complejidad creciente, donde la

intensidad con que se abordan los conocimientos sobre IA aumenta gradualmente. En el contexto de esta propuesta, se plantea una integración equilibrada de conocimientos, habilidades y actitudes para comprender en forma satisfactoria problemas relacionados con el área de conocimiento.

Se propone componer el enfoque con cinco estructuras de conocimiento, que de conjunto, ofrecen un recorrido amplio y transdisciplinar por el área de conocimiento y al mismo tiempo sostienen una curva de aprendizaje suave. A continuación se presentan:

- Saberes preelaborados acerca de IA.
- Conocer sobre IA y percibir la presencia en artefactos de uso cotidiano. Reconocer aspectos sociales y culturales.
- Conocer de conceptos fundamentales sobre Inteligencia Artificial. Analizar aspectos éticos, sociales y legales.
- Describir cómo maneja la IA sistemas de software y hardware. Comprender la responsabilidad individual y colectiva.
- Capacidad para utilizar o aplicar un concepto de manera concreta. Comunicar en forma oral y escrita las implicancias de la IA.

En relación a la interacción entre áreas de conocimiento, a simple vista parece razonable adoptar modelos integrados donde las áreas comparten tiempo y espacio. Sin embargo, numerosos estudios muestran que estos modelos resultan de difícil implementación y tienen grandes posibilidades de que algunas áreas tomen lugares preponderantes en detrimento de otras [7].

En este marco, se plantea un abordaje de carácter transdisciplinar que permite tratar la enseñanza de la IA desde diferentes perspectivas y al mismo tiempo sostenga la especificidad de cada área de conocimiento.

En esta dirección, se presta especial atención a la producción colectiva de artefactos digitales

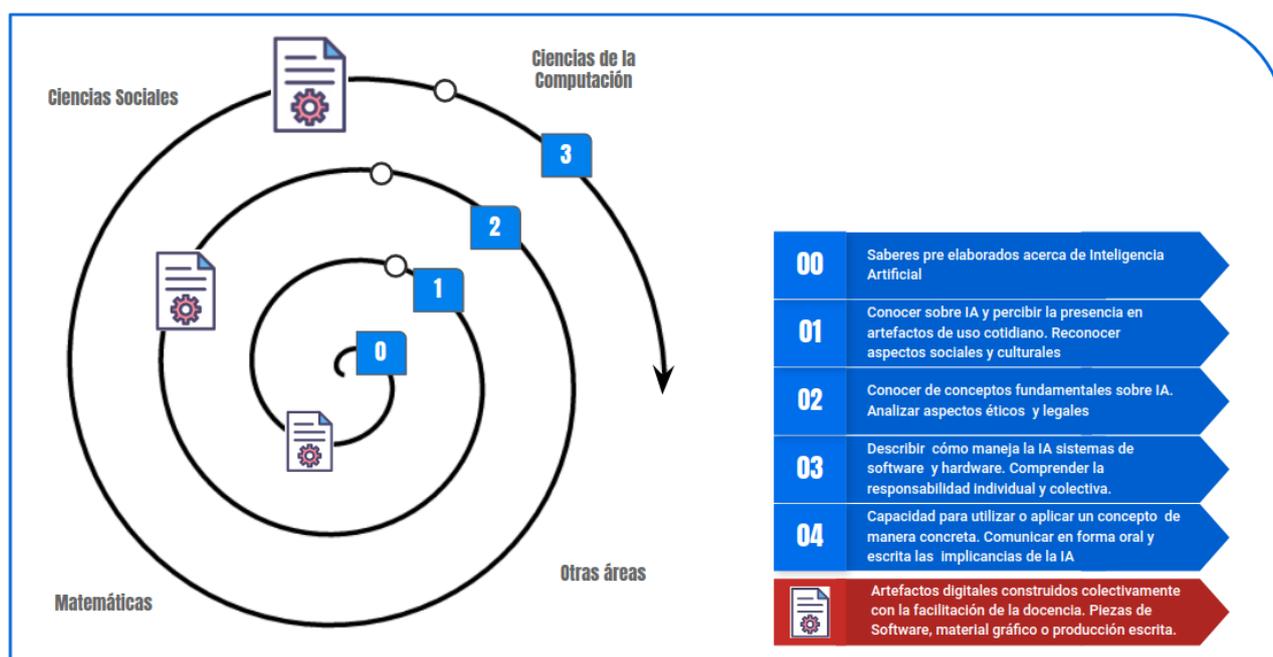


Figura 1: Enfoque Didáctico Propuesto

como una forma de organizar los procesos de enseñanzas y de aprendizajes, donde los contenidos que se abordan se presentan relacionados en torno al artefacto concreto que se está elaborando. Se trata del desarrollo de piezas de Software, material gráfico o producción escrita, con la facilitación docente desde diferentes áreas de conocimiento.

El desarrollo de artefactos es tratado desde cada perspectiva disciplinar en el tiempo y espacio curricular asignado a al área de conocimiento. Así, por ejemplo en el espacio curricular destinado a Ciencias de la Computación se abordará la producción buscando poner en juego conceptos como representación del conocimiento o Machine Learning, mientras la facilitación desde el área Ciencias Sociales prestará mayor atención a explicitar las implicaciones éticas, políticas y sociales. La producción de artefactos tratada desde múltiples perspectivas es una pieza clave de este enfoque; es un modo de organizar los procesos de enseñanzas y aprendizajes que posibilita la confluencia de áreas de conocimiento, evita parcelar el conocimiento en asignaturas aisladas y al mismo tiempo sostiene la especificidad disciplinar.

La Figura 1 muestra como un producto elabo-

rado por estudiantes transita por diferentes espacios curriculares. En ese trayecto incorpora los puntos de vista ofrecidos por las disciplinas e incrementa la complejidad del producto, como también la del cuerpo de conocimiento que se pone en juego durante su desarrollo.

4. Trabajo de Campo

El enfoque presentado en este trabajo fue llevado a las aulas de la escuela secundaria CPEM 71 de la ciudad de Centenario, Provincia de Neuquén, con la intención de ajustarlo progresivamente, a partir de la consideración de comentarios, sugerencias y revisiones realizadas sobre el trabajo de campo.

La experiencia desarrollada consistió en la realización de diferentes actividades, tanto grupales como individuales, todas enmarcadas en un contexto de no presencialidad. En este sentido, se eligió utilizar la Plataforma Educativa Chamilo, que es la adoptada por la institución. Asimismo, diferentes recursos digitales tales como herramientas de videoconferencia, correo electrónico, mensajería instantánea, documentos compartidos y foros de debate fueron

utilizados para llevar a cabo la experiencia.

La población estudiantil que participó de esta experiencia se compone por 54 adolescentes que cursan el quinto año de estudios de la educación secundaria. Dicha población se agrupa en dos cursos, no cuenta con conocimientos previos de carácter formal sobre los temas tratados, aunque dispone de un manejo fluido de las tecnologías y mayoritariamente cuenta con la conectividad requerida para participar de actividades académicas.

En relación a la interacción de las áreas de conocimiento, la experiencia se desarrolló en los espacios curriculares asignados a Ciencias Sociales y a Informática. Cada área de conocimiento desarrolló la actividad en los tiempos y espacios propios, con la definición de puntos de encuentro y sincronización destinados mejorar la articulación.

La propuesta se organizó en cuatro iteraciones, cada una agrega diferentes herramientas nativas de la plataforma educativa, como cuestionarios y lecciones. Asimismo suma recursos externos, como muros colaborativos, vídeos y presentaciones en línea. La utilización de recursos en línea contribuye a que las producciones en desarrollo estén accesibles a toda la docencia otorgando continuidad transdisciplinar: cada asignatura interviene un mismo producto desde la perspectiva disciplinar.

La experiencia se organizó en 4 iteraciones:

- **Iteración 0:** Con intención de recuperar los saberes preelaborados por la población estudiantil acerca de IA y sus implicaciones sociales, se indagó acerca de sus percepciones en relación a la IA a través de un cuestionario en línea. En el mismo, también se investigó sobre su apreciación respecto del uso de TIC y de su nivel de confianza al depositar en forma voluntaria o involuntaria, en estos artefactos, muchos de sus datos.

Los resultados de este cuestionario permitieron ajustar el proyecto y armar y revisar las actividades. Este dispositivo de indagación se armó en conjunto entre los docen-

tes del área de Informática y de Ciencias Sociales.

- **Iteración 1:** A fin de que los estudiantes conozcan sobre IA, se realizó una primera actividad que involucró el uso de diferentes recursos didácticos digitales destinados a la presentación de información. De esta forma se ofreció un primer contacto con conceptos fundamentales a partir de presentar el conocimiento de manera sencilla a través de vídeos breves.

Por otro lado, como segunda estrategia de aproximación a estos tópicos se utiliza Akinator, una aplicación web que identifica un personaje a partir de preguntas sobre características del mismo. Se convoca a los estudiantes a revisar la experiencia reciente, recuperar conclusiones y conectar con situaciones de la vida real, como las interacciones que se establecen con agentes que realizan recomendaciones personalizadas.

Por otra parte, se utilizó Eliza, un chatbot básico que intenta emular a una persona. Esta actividad contribuyó a mejorar la percepción sobre la presencia de IA en artefactos de uso cotidiano, como el Asistente de Google.

Para dar continuidad al estudio sobre recursos disponibles en la red, en esta oportunidad enfocando la atención en reconocer aspectos sociales y culturales, se propuso a los estudiantes que piensen atributos que debería tener “la mejor hamburguesa” desde las perspectivas de diferentes actores, como podrían ser el padre, el niño o el fabricante. A partir del análisis de una matriz ética [12], los estudiantes examinan dónde se superponen o entran en conflicto esos valores. Este mecanismo se transpone para estudiar aspectos éticos y sociales de una red social. En este punto del trayecto se busca incorporar al estudio de la IA las perspectivas de análisis aportadas por las Ciencias Sociales.

- **Iteración 2:** Esta iteración tiene el propósito principal de conectar las experiencias concretas compartidas en la Iteración 1 con conceptos fundamentales sobre Inteligencia Artificial.

En esta oportunidad se revisa la experiencia de juego con Akinator centrandolo en la atención en intentar comprender cómo la aplicación logra identificar un personaje entre miles de opciones. En el marco del proceso reflexivo se conecta la experiencia reciente con conceptos fundamentales sobre Machine Learning y representación del conocimiento.

Se plantea una actividad de carácter retrospectiva sobre los diálogos establecidos con el chatbot Eliza, para avanzar en la construcción de la definición de la IA a partir del Test de Turing [14].

En el paso por el área de las Ciencias Sociales, se continuó el trabajo a partir de la matriz ética construida considerando una red social. En este punto se analizaron los aspectos éticos, sociales y legales, respecto de las entradas a la matriz. Particularmente, se distinguieron los puntos que son conflictivos entre los diferentes actores, como privacidad de datos para el usuario y recomendaciones personalizadas para los que publicitan sus productos.

- **Iteración 3:** La primer actividad de esta iteración estuvo a cargo del área de Informática y se enfocó en el estudio de la representación del conocimiento y el razonamiento y de Machine Learning. En este sentido, se trabajó sobre el juego de mesa clásico ¿Quién es quién? identificando entre los personajes históricos características comunes. Los datos obtenidos se volcaron en un muro colaborativo para que cada alumno pueda agregar las características reconocidas. A partir de estos datos se generó una Base de Conocimiento. Para trabajar sobre la representación del conocimiento y razonamiento, se utilizó el lenguaje de Programación Lógica Prolog, par-

ticularmente SWI-Prolog. Los estudiantes accedieron a la Base de Conocimiento generada, realizaron programas declarativos simples, construyeron consultas y las ejecutaron.

Respecto de Machine Learning se explicó la técnica de aprendizaje supervisado sobre la misma Base de Conocimiento, introduciendo la noción de atributo y de árboles de decisión. Se remarcó la importancia de la cantidad y calidad los datos de entrada al algoritmo y se enfatizó la predicción generada a partir de ellos.

Estos conocimientos tecnológicos motivaron la actividad realizada desde la disciplina Ciencias Sociales. En este sentido, se propuso participar de un foro debate donde los estudiantes tuvieron que analizar la red social Youtube como receptora de datos que son almacenados y administrados por ella. Para facilitar la intervención de los estudiantes en dicho foro, se presentaron algunas preguntas disparadoras que les permitieran iniciar el debate, como ¿por qué crees que es gratis?, ¿a quién le interesa todo lo que hacemos cuando ingresamos a Youtube a buscar algo? y ¿diste un “like” en algún video?.

A partir de esto se propuso a los estudiantes elaborar un análisis respecto de las predicciones que se podrían hacer con los datos recopilados. Con esta actividad pudieron cuestionarse y reflexionar sobre la responsabilidad social en la recopilación de datos y sobre la utilización de técnicas de IA en predicciones de conductas. Esto les permitió avanzar en la construcción de criterios y toma de posición ante los conflictos e intereses que potencialmente puedan emerger a partir de la utilización de tecnologías dotadas de IA.

La experiencia se completó en la Iteración 3, considerando cumplimentados los objetivos de enseñanzas y aprendizajes, que se habían planteado para este grupo de estudiantes de quinto año respecto de área de IA.

Como cierre de las actividades, los estudiantes tuvieron que responder una encuesta que tenía un doble objetivo. Por un lado, indagar sobre la IA respecto de los aspectos tecnológicos y sociales. Por el otro, conocer sus apreciaciones sobre las actividades y respecto a la utilización de las herramientas digitales propuestas.

En relación al primer propósito, se observa que los estudiantes pudieron identificar adecuadamente cuál es el rango de aplicaciones de la IA, particularmente en lo referido a Machine Learning. Asimismo, la encuesta aporta fuertes indicios acerca de que los estudiantes han logrado formar opiniones bien fundadas sobre las implicancias éticas y sociales de la IA.

Respecto del segundo objetivo de la encuesta, la mayoría de los estudiantes manifiestan que la selección de actividades, materiales didácticos y recursos digitales le resultó interesante y le permitió comprender con mayor facilidad los temas tratados. Estas apreciaciones permiten inferir que, desde la perspectiva de los estudiantes, el enfoque didáctico que orienta esta selección y secuenciación de actividades resulta satisfactorio para facilitar los aprendizajes.

Por otra parte, con el propósito de analizar el grado participación en las actividades y los resultados alcanzados en términos de aprendizajes logrados, se recuperó información aportada por la plataforma educativa en relación a las interacciones realizadas por cada estudiante y los índices de aprobación en las actividades acreditables.

Respecto al grado de participación, el 83 % de la población participó de al menos una actividad propuesta y el 70 % completó la cantidad requerida para acreditar los espacios curriculares. Entre quienes completaron la cantidad requerida para la acreditación, el 81 % obtuvo una calificación igual o superior a 7, calificación requerida para acreditar.

Considerando la información recuperada se puede valorar satisfactoriamente tanto en lo que refiere a la participación, como respecto a los resultados académicos alcanzados.

5. Conclusión

En este trabajo se presentó un enfoque didáctico diseñado específicamente para hacer accesible una amplia gama de tópicos del área IA a estudiantes secundarios sin formación previa en el área de conocimiento.

Los resultados obtenidos a partir de revisar la experiencia educativa permiten confirmar las principales opciones didácticas adoptadas al momento de la formulación del enfoque y aportan información para desarrollar ajustes progresivos.

Disponer de este tipo de construcciones teóricas se ubica como pieza clave para el mejoramiento de las prácticas educativas, que tienen intención de desarrollar las habilidades necesarias para participar activamente de la sociedad del presente y del futuro que incluye tareas aún desconocidas y fuertemente influenciadas por la IA.

Abordar estos temas en toda su complejidad requiere de la participación transdisciplinar de diferentes sistemas de contenidos. En este sentido el aprendizaje y trabajo colaborativo soportados por computadoras ocupan un lugar central.

Referencias

- [1] AAAI. Association for the Advancement of Artificial Intelligence - AAAI Launches "AI for K-12" Initiative in Collaboration with the Computer Science Teachers Association (CSTA) and AI4All [Press release], 2018.
- [2] Argentina. Agenda Digital Argentina 2030 - Boletín Oficial Decreto 996/2018 - Gobierno de la República Argentina, 2018. <https://www.casariosada.gov.ar/informacion/actividad-oficial/9-noticias/44081-el-gobierno-presento-la-nueva-agenda-digital-2030> Accedido en Junio 2020.
- [3] Australia. Australian Government: Department of Education and Training,

2019. <https://www.education.gov.au/support-science-technology-engineering-and-mathematics> Accedido en Junio 2020.
- [4] C.F.E. Consejo Federal de Educación - Educación Digital, Programación y Robótica (NAP)-Resolución CFE 343/18, 2018.
- [5] C. Cobo. *Acepto las Condiciones: Usos y abusos de las tecnologías digitales*. Fundación Santillana, 2019.
- [6] C.P.E. Consejo Provincial de Educación de la Provincia de Neuquén - Diseño Curricular Jurisdiccional de los tres primeros años de la Escuela Secundaria Neuquina. Resolución N°1463/18, 2018.
- [7] A. Fluck, M. Webb, M. Cox, C. Angeli, J. Malyn-Smith, J. Voogt, and J. Zagami. Arguing for computer science in the school curriculum. *Journal of educational technology & society*, 19(3):38–46, 2016.
- [8] Hong Kong. Government of the Hong Kong Special Administrative Region's Budget Speech for 2019-2020, 2019.
- [9] ISTE. International Society for Technology in Education. Bold New Program Helps Teachers and Students Explore the Power of AI [Press release], 2018.
- [10] K.-F. Lee. *AI superpowers: China, Silicon Valley, and the new world order*. Houghton Mifflin Harcourt, 2018.
- [11] M.E.A. Ministerio de Educación de la República Argentina - UNESCO reconoció el trabajo argentino en materia de inteligencia artificial y educación, 2018. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/unesco-reconocio-el-trabajo-argentino-en-materia-de-inteligencia-artificial-y-educacion> Accedido en Junio.
- [12] B. H. Payne. An ethics of artificial intelligence curriculum for middle school students. *MIT Media Lab Personal Robots Group*. Retrieved Oct, 10:2019, 2019.
- [13] P.E.N. Poder Ejecutivo Nacional, Presidencia de la Nación, Plan aprender conectados - Decreto 386/2018, 2018.
- [14] J. Russell Stuart and P. Norvig. *Artificial Intelligence: a modern approach*. Pearson, cuarta edition, 2020.
- [15] A. Sabuncuoglu. Designing one year curriculum to teach artificial intelligence for middle school. In *Proceedings of the 2020 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, pages 96–102, 2020.
- [16] D. Touretzky, C. Gardner-McCune, F. Martin, and D. Seehorn. Envisioning AI for K-12: What Should Every Child Know about AI? In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, volume 33, pages 9795–9799, 2019.
- [17] I. Tuomi. The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching, and Education Policies for the future. Technical Report JRC113226, Luxembourg, 2018.
- [18] UNESCO. *International Conference on Artificial Intelligence and Education. Final Report. Planning Education in the AI Era: Lead the leap*. Beijing, 2019.
- [19] H. J. Wilson, P. Daugherty, and N. Bianzino. The jobs that artificial intelligence will create. *MIT Sloan Management Review*, 58(4):14, 2017.
- [20] G. K. Wong, X. Ma, P. Dillenbourg, and J. Huan. Broadening Artificial Intelligence education in K-12: where to start? *ACM Inroads*, 11(1):20–29, 2020.

Evaluación de habilidades cognitivas para la resolución de problemas en un curso de introducción a la programación

Gladys Dapozo, Cristina Greiner, Raquel Petris, María Cecilia Espíndola, Ana María Company

Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura
Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Av. Libertad 5450, 3400, Corrientes, Corrientes,
Argentina

{gndapozo, cgreiner, rpetris, mcespindola, accompany}@exa.unne.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados de la medición del grado de adquisición de las habilidades cognitivas, asociadas con el pensamiento computacional, que se fomentan a través de un método de resolución de problemas que incorpora las herramientas conceptuales y herramientas del lenguaje que constituyen el enfoque de enseñanza de programación en esta asignatura. Los estudiantes que participaron de esta experiencia son ingresantes de una carrera de Informática. El dictado de esta asignatura, por las restricciones a la presencialidad impuestas por la pandemia Covid19, se realiza en modalidad virtual, por tanto, se aprovecharon también los recursos disponibles en el aula virtual de la asignatura, implementado en la plataforma Moodle del Sistema Institucional de Educación a Distancia (SIED) de la UNNE. Estos resultados dan cuenta del logro de los objetivos de esta estrategia que utiliza la programación en bloque, con un enfoque lúdico, y un método de resolución de problemas que fomenta la adquisición de las habilidades cognitivas, asociadas con el pensamiento computacional. Este método acompañará como recurso didáctico transversal la continuación del dictado de la asignatura, que utiliza el lenguaje de programación C para implementar los conceptos y técnicas de algoritmos y estructuras de datos.

Palabras clave: Habilidades del Pensamiento Computacional. Enseñanza de la programación. Método de resolución de problemas.

Introducción

En los inicios de la primera década del año dos mil, a nivel mundial y en distintos países del mundo, entre ellos Argentina, comienza a forjarse el concepto del Pensamiento Computacional (PC). Este consiste en resolver problemas cotidianos mediante el uso de los conceptos fundamentales de la programación informática, cuyas soluciones pueden ser representadas mediante una serie de pasos o instrucciones.

Es más que una habilidad para resolver problemas, en muchos contextos puede ser útil tanto en lo personal como en los aspectos profesionales, es por ello que Jeannette M. Wing [1] sostiene que es una aptitud necesaria a desarrollar para cualquier persona, iniciando esta disciplina desde la formación inicial.

En otras palabras, se trata del proceso mental a través del cual, ante un problema planteado, para su posible solución utiliza una secuencia de instrucciones aplicando habilidades propias de la computación y del pensamiento crítico.

Los entornos lúdicos son ideales para desarrollar el pensamiento lógico, y actualmente la tecnología está incorporada en la educación, por ende, es fundamental que hasta los más pequeños sean capaces de crear y de aplicar soluciones basadas en la tecnología. De esta forma pasar de consumidores a prosumidores.

Por otra parte, la enseñanza de la programación continúa siendo debatida en cuanto a metodologías, herramientas y entornos que favorezcan el aprendizaje por parte de los estudiantes, principalmente los universitarios que inician su formación en las Ciencias de la Computación.

El desarrollo de habilidades cognitivas como la capacidad de abstracción, una buena aptitud lógico-matemática y la facilidad para la resolución de problemas de orden algorítmico, son muy importantes al momento del aprendizaje de los fundamentos de programación [2].

Aprender programación incluye el aprendizaje de la teoría, es decir conceptos básicos y algoritmos, así como también una parte práctica que incluye dominar la habilidad de usar un entorno moderno para el desarrollo del programa y desarrollar el pensamiento computacional a través de múltiples problemas diferentes, siguiendo una metodología y un lenguaje de programación previamente seleccionado [3].

Las actividades de aprendizaje asociadas a la programación de computadoras han sido reconocidas con alto grado de dificultad, según los antecedentes descritos en [2].

Aprender a programar computadoras es un proceso difícil para los estudiantes que se inician, y constituye un desafío a las metodologías de enseñanza-aprendizaje utilizadas por los docentes [4].

Martínez López [5] presenta un enfoque novedoso para la enseñanza de la programación guiado por la necesidad de focalizar el aprendizaje en el proceso de abstracción, y en los conceptos fundamentales, transversales a todos los paradigmas y lenguajes, y describe un marco conceptual que incluye dos grupos de conceptos técnicos: las herramientas conceptuales y las del lenguaje. Las herramientas conceptuales son tres: 1) la noción de estrategia de solución y su explicitación en división en tareas o bloques; 2) la noción de que los programas son un medio de comunicación entre personas, por lo que es importante que sean legibles, lo que conlleva la elección de nombres adecuados para los bloques o módulos de un programa; 3) la noción de algorítmica básica, expresada en la idea de recorrido y control de la secuencia.

Las herramientas del lenguaje se pueden clasificar según el tipo de elementos que describen:

1. *Comandos*: Describen acciones y se clasifican en:
 - “primitivas”, acciones elementales que la máquina puede ejecutar,
 - “procedimientos”, plasman de manera precisa la noción de abstracción, permiten explicitar la división en tareas.
 - Repetición simple y condicional, aumentan el poder expresivo del programador al habilitar o facilitar comportamientos complejos.
 - Alternativa condicional, habilitan cursos de acción, basándose en una condición.
2. *Expresiones*: Se utilizan para describir datos, y por ello son equiparables a los “sustantivos” de un lenguaje natural. Las expresiones pueden ser: nombres que representan información de manera indirecta, por ejemplo, parámetros y variables, y sensores y datos primitivos que representan la información que la máquina puede recolectar del medio ambiente en el que se ejecuta.

El seguimiento y análisis de la respuesta de los estudiantes a las diferentes estrategias docentes que se ponen en juego en cada proceso de enseñanza aprendizaje contribuye con información que permite mejorar las propuestas didácticas en pro de lograr los mejores resultados posibles. Mayor relevancia aún cobra la necesidad de recabar evidencias del aprendizaje de los estudiantes en las actuales circunstancias de enseñanza en la virtualidad que se generó debido a la pandemia durante los ciclos lectivos 2020-2021. En [6] se describe una metodología de enseñanzas que puso el foco en la evaluación formativa mediante el uso de rúbricas que aportaron información a modo de *feedback* de los estudiantes, permitiendo medidas correctivas para lograr los objetivos antes señalados.

En este trabajo se muestran los resultados de una medición temprana del grado de adquisición de las habilidades cognitivas, asociadas con el pensamiento computacional, que se fomentan a través de un método de resolución de problemas que incorpora las herramientas conceptuales y herramientas del lenguaje que constituyen el enfoque de enseñanza de programación en esta asignatura.

Metodología

El curso impartido se desarrolla en la materia Algoritmos y Estructuras de Datos I, ubicada en el primer cuatrimestre del primer año de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información. Este espacio curricular es, en la mayoría de los casos, el primer contacto que tienen los estudiantes con la programación de computadoras.

En las dos primeras semanas del inicio del cursado, ciclo lectivo 2021, se desarrolló un módulo de Introducción a la programación mediante programación por bloques, con el objetivo de introducir a los alumnos en la utilización de metodologías y herramientas accesibles para aprender los conceptos básicos de programación, mediante actividades entretenidas y amenas, buscando fortalecer el pensamiento computacional vinculado a la resolución de problemas. Las actividades se realizaron con el uso de la herramienta Pilas Bloques, una plataforma que fue creada para el aprendizaje inicial de la programación. Esta aplicación permite a los alumnos trabajar los conceptos básicos de programación, experimentando con los procesos lógicos de los algoritmos y resolviendo retos bajo el formato de juegos ó desafíos. Las actividades realizadas están basadas en el curso de Introducción a la Programación, elaborado por la Fundación Sadosky [6].

Además, para resolver los desafíos se propuso el uso de un método de resolución de problemas, que sirve para asimilar con mayor facilidad la tarea de programar y facilitar la transición hacia la programación “convencional” mediante la aplicación de este método, que está basado en incorporar los conceptos básicos de la programación (herramientas del lenguaje) y consolidar el pensamiento computacional que se requiere para la programación (herramientas conceptuales).

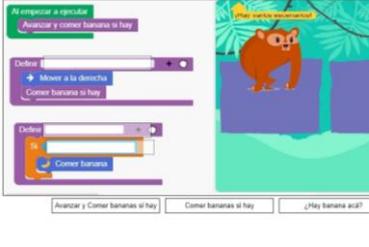
A continuación, en la tabla 1 se presentan los pasos que componen el método:

Tabla 1: Método de resolución de problemas

Primer paso	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar el problema (Observar el escenario) - Leer detenidamente la consigna - Determinar el QUE (objetivo) - Pensar una solución global - Definir un nombre representativo para la solución
Segundo paso	Detectar “patrones” (Situaciones que se repiten y cuya solución se puede reutilizar)
Tercer paso	<ul style="list-style-type: none"> - Pensar una estrategia - Dividir el problema en tareas (procedimientos) - Pensar nombres representativos para las tareas
Implementar la solución en la herramienta tecnológica a utilizar (en este caso, PilasBloques)	
Escribir la solución implementando cada parte que compone la estrategia ➔ Programar	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar las primitivas disponibles - Determinar el COMO de cada tarea o procedimiento - Armar la solución final con: <ul style="list-style-type: none"> ○ las primitivas ○ los procedimientos ○ las repeticiones ○ las alternativas
Verificar la solución	Ejecutar y comprobar que se haya logrado el objetivo establecido en el primer paso (calculando previamente el resultado esperado)

Al finalizar este módulo se realizó una evaluación, a través del recurso cuestionario en la plataforma Moodle de UNNE Virtual. El cuestionario estaba conformado por preguntas cerradas y preguntas abiertas. Las preguntas cerradas se orientaron a recabar información sobre la comprensión de los conceptos de “primitivas”, “procedimientos” y “legibilidad”, pensando esta última como la adecuada denominación de los procedimientos. Las preguntas cerradas del cuestionario se muestran en la tabla 2.

Tabla 2: Preguntas cerradas de la evaluación

<p>Pregunta 1 (P1) En las siguientes imágenes, identifique una “primitiva”.</p>	
<p>Pregunta 2 (P2) Seleccione la opción correcta</p>	<p>Una “primitiva” expresa:</p> <ol style="list-style-type: none"> Una instrucción que indica el programador Una secuencia de comandos Lo que el autómata sabe hacer
<p>Pregunta 3 (P3) Completar en los los procedimientos el nombre que le corresponde.</p>	
<p>Pregunta 4 (P4) El procedimiento muestra una repetición, primitivas y llamadas a otros procedimientos. ¿Cuál sería el nombre más adecuado para el procedimiento? Elegir una opción.</p>	 <ol style="list-style-type: none"> Bajar comiendo manzana o banana. Bajar contando manzana o banana Subir comiendo manzana o banana. Subir contando manzana o banana.

Las preguntas abiertas se formularon en base a una actividad que los alumnos debían resolver: “El Mono que Sabe Contar” (Fig. 1), y se orientaron a detectar la correcta aplicación de las herramientas conceptuales: definir y explicitar una estrategia de solución; observar, identificar y explicitar el “patrón” que apareciera en el desafío; y el grado en que internalizaron la

utilización del método de resolución de problemas.

Desafío: El mono debe recorrer todas las casillas y contar cuántas bananas y manzanas hay en total. Pista: primero pensá en cómo contarías si hay una manzana o una banana en una casilla determinada. Luego pensá como harías para contar todas las frutas de una sola columna

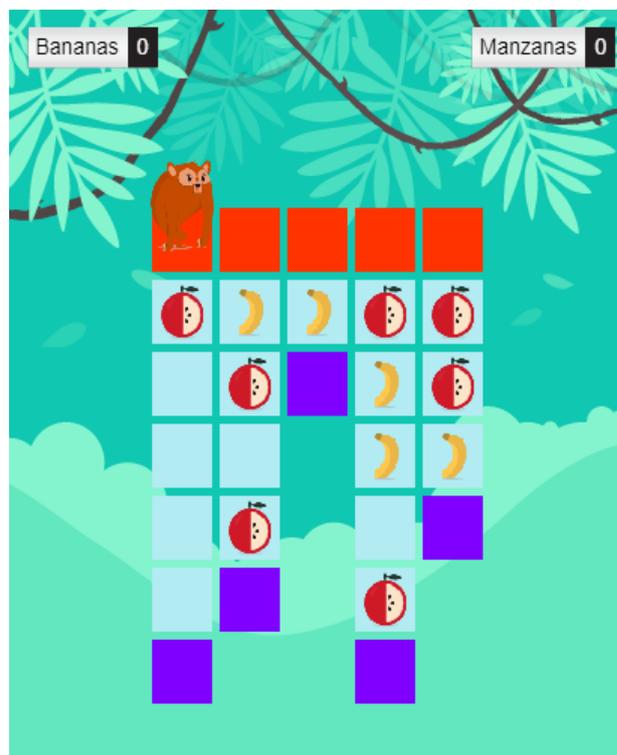


Figura 1. Desafío “El mono que sabe contar”

Las preguntas abiertas, que corresponden al 60% del puntaje de la evaluación, son las que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Preguntas abiertas

<p>Pregunta 5 (P5) Identificar el patrón</p>	<p>Acceder al desafío <i>El Mono que sabe contar</i>, ubicado en la categoría Repetición Condicional de PilasBloques. Observar el escenario, identificar el “patrón” y explicarlo.</p>
<p>Pregunta 6 (P6) Escribir la estrategia</p>	<p>Siguiendo con el desafío <i>El Mono que sabe contar</i>, escribir la “estrategia” pensada para ayudar al mono a cumplir su objetivo.</p>
<p>Pregunta 7 (P7) Resolver el desafío</p>	<p>Resolver el desafío <i>El Mono que Sabe Contar</i>. Subir el archivo de la solución a la Tarea definida en el aula virtual</p>

Se diseñó una rúbrica para facilitar la calificación y detectar el grado de comprensión de los conceptos involucrados en cada pregunta. Se definieron categorías, desde la respuesta más satisfactoria (Mejor caso) a la menos satisfactoria (Peor caso). Cada categoría describe las características de la respuesta y su calificación numérica asociada, tal como se indica en las tablas 4, 5 y 6.

Tabla 4. P5-Identificar el patrón

Mejor caso	Identifica patrones y los explica correctamente (1 pto)
Caso probable	Identifica patrones, pero NO los explica correctamente (0,5 ptos)
Peor caso	No identifica patrones (0 ptos)

Tabla 5 P6-Escribir la estrategia

Mejor caso	La solución implementa la estrategia definida, la descomposición en procedimientos es correcta y utiliza nombres adecuados (3 ptos)
Caso probable	La solución implementa la estrategia definida, la descomposición en procedimientos es correcta y, pero no utiliza nombres adecuados (2 ptos)
Caso deficiente	La solución implementa la estrategia definida pero la descomposición en procedimientos no es correcta (1 pto)
Peor caso	La solución está incompleta o no fue realizada (0 ptos)

Tabla 6. P7-Resolver el desafío

Mejor caso	Definió una estrategia correcta, la descomposición en procedimientos de la estrategia es correcta y utiliza nombres adecuados (2)
Caso probable	Definió correctamente la estrategia, la descomposición en procedimientos es correcta pero no utiliza nombres adecuados (1)
Caso deficiente	Definió una estrategia, pero no es óptima (0,5)
Peor caso	No define estrategia (0)

Contestaron el cuestionario 394 estudiantes. Para su evaluación se accedió a la funcionalidad Calificaciones de Moodle y se asignó a cada pregunta abierta la calificación que, según la respuesta del alumno, se asociara a la categoría apropiada, de las definidas en la rúbrica. Finalizada la calificación, se descargó del aula virtual la planilla de calificaciones en formato Excel, y se analizaron los resultados, que se presentan en la siguiente sección.

Resultados

Respecto a las preguntas cerradas, de tipo *multiple choice*, orientadas a conocer el grado de comprensión de los estudiantes sobre los conceptos de “primitivas”, “procedimientos” y “legibilidad”, nociones básicas en la introducción a la programación, en la tabla 7 se observa que casi en su totalidad los alumnos respondieron de manera correcta:

Tabla 7. Preguntas P1 a P4

	1	0,67	0,33	0	Total
Primitiva	380			14	394
Primitiva	366	1	21	6	394
Procedimiento	386			8	394
Legibilidad	383			11	394

En relación a la detección de patrones, en la Fig. 2 se observa que un alto porcentaje (54% + 31%) desarrolló la capacidad de identificar patrones. De este grupo, la mayoría además los pudo explicar correctamente.

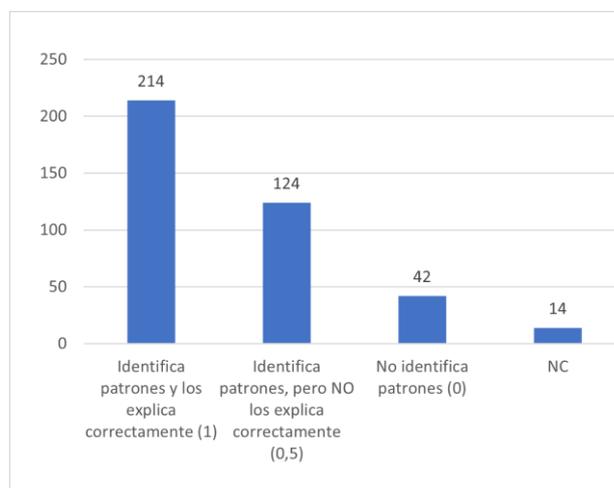


Figura 2: P5-Identificar y explicar patrones

Durante el entrenamiento con la aplicación del método de resolución se hace énfasis en la definición de una estrategia, como una serie de acciones meditadas, encaminadas hacia un fin determinado, es decir, hacia el cumplimiento del objetivo. De las respuestas obtenidas a la pregunta 6, que se muestran en la Fig. 3, se deduce una alta capacidad para la definición de una estrategia (55% + 26%), observándose una menor capacidad para la asignación de nombres apropiados para las subtarefas, característica muy deseable, dado que está relacionada con la legibilidad de la solución.

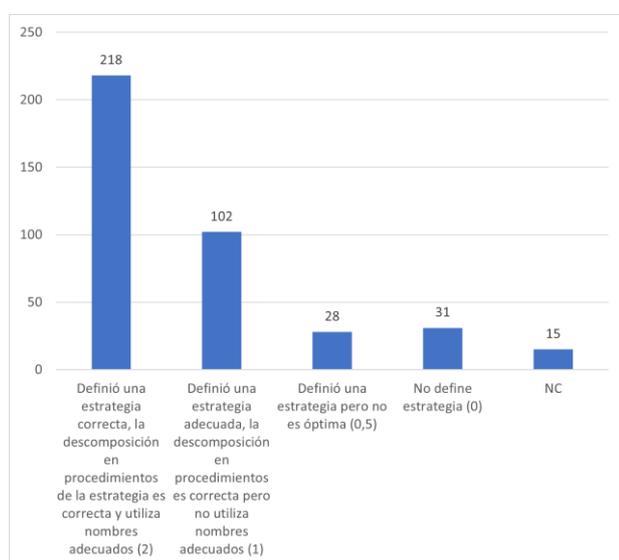


Figura 3: P6-Definición de estrategia e identificación de módulos

Finalmente, respecto a la solución propuesta para el desafío, cuyos resultados se muestran en la Fig. 4, si bien es coherente que en la misma se observe el uso de nombres poco adecuados, como ya fuera observado en la definición de la estrategia, un 44% logró el mayor nivel de puntuación, aplicando correctamente el método de resolución de problemas, y respetando las buenas prácticas de programación señaladas durante el entrenamiento.

Es un porcentaje significativo considerando las características de los estudiantes de primer año que, en general, les cuesta acomodarse al formato de la universidad. En esta experiencia en particular, el enfoque lúdico hace que sea atractivo y motivador para los estudiantes, pero a la vez, requiere un gran esfuerzo de los docentes en que se enfoquen en la aplicación del

método de resolución de problemas, que requiere reflexionar y planificar la solución, antes de intentar resolver el desafío. Pero, muchas veces el entusiasmo por resolver el desafío los lleva a lograr el resultado sin tener en cuenta las recomendaciones metodológicas. En la Fig. 4 se puede observar que solo 54 (13%) no llegaron a resolver el desafío.

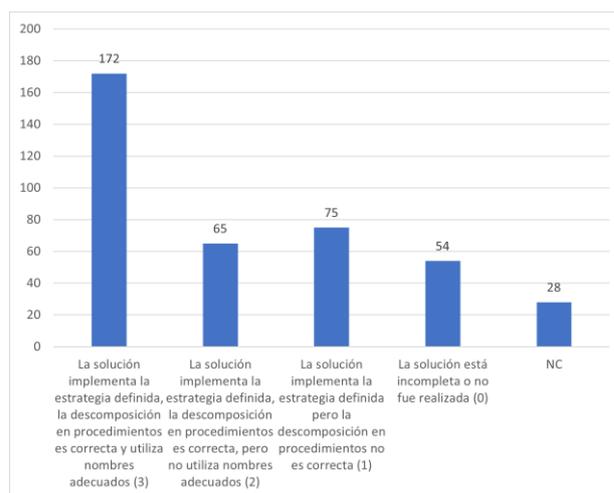


Figura 4: P7-Resolver el desafío

Conclusiones

Estos resultados dan cuenta del logro de los objetivos de esta estrategia particular de abordar la programación en bloque, con enfoque lúdico, y un método de resolución de problemas que considera las herramientas conceptuales y las del lenguaje, y fomenta la adquisición de las habilidades cognitivas, asociadas con el pensamiento computacional. Este método acompañará como recurso didáctico transversal la continuación del dictado de la asignatura que utiliza el lenguaje de programación C para implementar los conceptos y técnicas de algoritmos y estructuras.

En la modalidad de dictado virtual, estas acciones están facilitadas por los múltiples recursos que la plataforma Moodle pone a disposición de los docentes, con la gran ventaja, además, que los datos para el análisis pueden ser descargados fácilmente, para realizar análisis y obtener información.

Referencias

- [1] Wing, J. M. (2006). “Computational Thinking”. *Communications of the ACO*. Vol. 49, No. 3
- [2] Javier, A.; Jiménez-Toledo, Cesar Collazos, Oscar Revelo-Sánchez, “Consideraciones en los procesos de enseñanza-aprendizaje para un primer curso de programación de computadores: una revisión sistemática de la literatura”. Instituto Tecnológico Metropolitano. *TecnoLógicas*, vol. 22, 2019.
- [3] Djenic, S.; Mitic, J. “Teaching Strategies and Methods in Modern Environments for Learning of Programming”. Conferencia Internacional IADIS sobre Cognición y Aprendizaje Exploratorio en la Era Digital. Portugal, octubre 2017. <https://eric.ed.gov/?id=ED579455>
- [4] López Reguera, J.; Hernández Rivas, C.; Farran Leiva, Y. “Una plataforma de evaluación automática con una metodología efectiva para la enseñanza/aprendizaje en programación de computadores”. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 19 N° 2, 2011, pp. 265-277.
- [5] Martínez López, P. E. (2013) Las bases conceptuales de la Programación. Una nueva forma de aprender a programar. Recuperado de <https://tuxinhamazona.files.wordpress.com/2015/04/bases-conceptuales-programacion.pdf>
- [6] Gladys Dapozo, Cristina Greiner, Raquel Petris, María Fernanda Piragine, Ana María Company, María Cecilia Espíndola. Estrategias de evaluación formativa en la enseñanza de programación en modalidad remota de emergencia. Libro de actas XXVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2020). Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/114458>
- [7] Factorovich, P. M. y Sawady O'Connor, F.A. (2017). *Actividades para aprender a Program.AR*. Recuperado de <http://program.ar/descargas/manual-docente-descarga-web-v2017.pdf>

Hacia una propuesta didáctica para la enseñanza de la programación

Gustavo ASTUDILLO¹Silvia BAST¹Yamila MINETTI¹

¹ *Grupo de Investigación y Desarrollo en Informática Educativa en (GrIDIE)-
FCEyN/UNLPam*

astudillo@exactas.unlpam.edu.ar, silviabast@exactas.unlpam.edu.ar,
minettiyamila@humanas.unlpam.edu.ar

Resumen

Hay una tendencia, a nivel global, que se enfoca en la generación de propuestas para la enseñanza de la programación de computadoras. Desde el GrIDIE¹ en los dos últimos años se viene desarrollando una propuesta didáctica para el aprendizaje de nociones básicas de programación. La misma fue evaluada desde el equipo docente, concluyendo que al abordar lo conceptual, había dejado de lado un aspecto indisoluble en la creación de programas: la resolución de problemas.

Este artículo presenta una propuesta para enseñar a resolver problemas en el contexto de la programación. La misma se nutre de los aportes en didáctica de la programación de la Fundación Sadosky, que se combinan con la estrategia de resolución de problemas que presenta Thomson.

La propuesta didáctica resultante, hace uso de la didáctica por indagación, la abstracción y la división en subtarear y fue implementada por primera vez en 2020. Los resultados, aunque preliminares, dan cuenta del potencial de esta.

Palabras Clave: Programación, enseñanza, resolución de problemas, indagación, abstracción

Introducción

A nivel mundial existe una tendencia que aboga por la inclusión de la programación de computadoras en instancias cada vez más

tempranas de la educación formal. Esto, según [1] se puede atribuir a tres razones: (i) preparar a la fuerza laboral del futuro con conocimientos de programación, (ii) un ideal empresarial de estudiantes que aprenden a ser "productores" de innovación y (iii) situar al aprendizaje de la programación como competencias del siglo XXI.

Argentina no es la excepción y una muestra de esto es que, desde el Gobierno, se vienen impulsando distintas normas que apoyan el proceso [2]–[5]. Sin duda la más importante ha sido en el año 2018, la aprobación de los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP) para educación digital, programación y robótica, con el fin de “facilitar la integración del acceso y dominio de las tecnologías de la información y la comunicación en los contenidos curriculares indispensables para la inclusión en la sociedad digital” [6]. Esto último implica la incorporación de la temática al currículum de cada provincia de la Argentina.

A lo anterior se debe sumar las iniciativas de la Fundación Sadosky², que promueve “el estudio de la programación en las escuelas argentinas y [...] para ello lleva adelante diversos programas, entre estos, Vocaciones en TIC y Program.ar.” [7]. Particularmente, “Program.AR es una iniciativa que trabaja para que el aprendizaje significativo de Computación esté presente en todas las escuelas argentinas.” [8].

¹ Grupo de Investigación y Desarrollo en Innovación Educativa. FCEyN-UNLPam.

² Accesible en:
<http://www.fundacionsadosky.org.ar>

También debe mencionarse la ingente cantidad de propuestas didácticas con el propósito de que estudiantes de distintos niveles educativos aprendan a programar [9], [10]. Sin embargo, como afirma [11] “inicialmente la metodología aplicada [para enseñar programación] sigue el modelo de la escuela pedagógica tradicional, un modelo por imitación, en donde el instructor propone un problema y desarrolla e implementa su solución, esperando que el estudiante lleve este desarrollo a su propio contexto” (p. 58), sumado a esto, las/los estudiantes siguen aprendiendo herramientas de ofimática (propuesta instrumental) y en muy poca proporción conceptos de programación [12].

Desde la cátedra Introducción a la Computación (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UNLPam), se vienen implementando y evaluando, distintas estrategias para mejorar el acercamiento de las/los estudiantes a las nociones básicas de programación. Desde 2010, en conjunto con el Grupo de investigación GridIE, se comenzó a desarrollar una propuesta didáctica para un Taller de Introducción a la Programación (TIP) [13]. El TIP se enfoca, fuertemente, en los conceptos básicos de la programación (secuencia, estructuras de control, expresiones, datos simples y variables), dejando en un segundo plano la resolución de problemas. Por este motivo se plantea la incorporación de estrategias de resolución de problemas desde el inicio de la cursada de Introducción a la Computación.

El artículo se organiza como sigue: inicia con el marco teórico y conceptual que sustenta la propuesta didáctica. Continúa con una descripción de la propuesta, los resultados y la discusión. Finalmente, se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

Marco Teórico

La enseñanza

Si bien “enseñar” es un término muy utilizado y que, en principio, es conocido por quienes ejercen la docencia, conviene echar luz sobre el mismo antes de continuar.

Dicen [14] “puede definirse a la enseñanza como un intento de alguien de transmitir cierto contenido a otra persona” (p. 126).

Entonces ¿Qué pretendemos hacer cuando diseñamos una propuesta de enseñanza? En principio debemos tener en cuenta que “la enseñanza es siempre una forma de intervención destinada a mediar en la relación entre un aprendiz y un contenido a aprender [y] abarca indistintamente tanto a los esfuerzos infructuosos realizados para que alguien aprenda algo, como a las ocasiones en las que ello efectivamente sucede, [por lo que] entre los procesos de enseñanza y aprendizaje no hay una relación de tipo causal que permita asumir que lo primero conduce necesariamente a lo segundo.” [14].

Otro aspecto importante es tener en cuenta cómo, cuándo, dónde, para quiénes se llevará adelante la propuesta de enseñanza. Debe diseñarse en un espacio, en un tiempo, para un grupo de estudiantes, entre otros condicionantes, que darán a la misma su carácter contextual y situado. Dicen [15] “la buena enseñanza es aquella con intencionalidades definidas y explícitas, que promueve la interacción entre los alumnos y los docentes, y los alumnos entre sí, y que transcurre en un espacio, tiempo y en un contexto socioeconómico determinado.” (p. 117)

Dicho esto, la propuesta aquí descrita tiene la pretensión de mediar entre los conocimientos previos de las/los estudiantes y la construcción de los nuevos saberes implicados en la resolución de problemas. Así, brindar a las/los

estudiantes la posibilidad de apropiarse de una estrategia que puedan transferir a otros contextos.

La resolución de problemas

Dice [16] “Formar a un niño o a un joven en la siempre móvil sociedad contemporánea requiere ofrecerle herramientas que le permitan comprender la realidad compleja en la que vive. Simultáneamente se le ha de ayudar a adquirir las competencias necesarias para desenvolverse en esta realidad” (p. 1) Esto incluye, claramente, enseñarles a resolver problemas.

Según [14] “enseñar es plantear problemas a partir de los cuales sea posible reelaborar los contenidos [...] y es también proveer toda la información necesaria para que los [estudiantes] puedan avanzar en la reconstrucción de esos contenidos.” (p. 130).

Pero ¿Qué es un problema? De acuerdo a [17] para ser un problema no debemos disponer de “procedimientos de tipo automático que nos permitan solucionarlo de forma más o menos inmediata, sino que requieren de algún modo un proceso de reflexión o toma de decisiones sobre la secuencia de pasos a seguir.” (p. 17).

La resolución de este tipo de situaciones problema implica, entonces, utilizar de modo estratégico técnicas ya conocidas [18]. En este sentido dice [19] “Toda vez que se busca solucionar algún problema, es necesario contar primero con alguna idea de cómo encarar dicha solución [...]. Esto en programación se conoce como estrategia de solución” (p. 9).

Para algunos autores, la solución de un problema exige una comprensión de la tarea, diseñar un plan, la ejecución de este y, por último, un análisis que nos lleve a determinar si se ha alcanzado una solución [17], [20]. En este sentido, Thomson [21] propone la siguiente secuencia para ayudar a sus estudiantes a programar: comprender el

problema; diseñar el programa; escribir el programa y finalmente mirar hacia atrás (o "reflexión").

Para la etapa inicial (comprender el problema o *understanding*) [21], [22] proponen analizar el enunciado, dividirlo en partes más pequeñas, de forma de comprender el ámbito del problema, determinar las entradas, las salidas y las especificaciones del problema. También, usan la pregunta *¿Y si? (What if?)* en busca de aspectos que no estén claros en el enunciado y para la generación de posibles casos de prueba [22]. En la segunda etapa (diseñar el programa o *design*), los autores se enfocan en la búsqueda de problemas similares ya resueltos por las/los estudiantes y el uso de los ejemplos hallados en la etapa anterior para probar el diseño. La tercera etapa (escribir el programa o *writing*), se trata de dar forma al diseño a través de un lenguaje de programación, los autores sugieren el reuso de código ya escrito. Finalmente, mirar hacia atrás (o *review or looking back*); en esta etapa, se vuelve hacia atrás y revisa el producto terminado, el “objetivo aquí es consolidar el proceso de aprendizaje y apreciar las lecciones aprendidas.” [22, p. 3].

La importancia de la pregunta

Parte de esta propuesta de enseñanza se basa en la pregunta como estrategia didáctica. La resolución de problemas inicia con la comprensión del mismo a través de la lectura/relectura del enunciado, y luego aparece la pregunta disparadora: *¿Qué hay que hacer?*

Se cuestionan en [15], los docentes, ¿Tienen clara conciencia de qué se proponen cuando preguntan? En este caso, la pregunta pretende ser un disparador y activador de los conocimientos previos, y se busca que sea la primera pregunta que se haga el estudiante cuando tiene que resolver un problema.

De acuerdo con el nivel de pensamiento que intentan estimular, se puede distinguir entre cuatro tipos de preguntas [15]: (i) preguntas sencillas, que requieren de respuestas breves, casi siempre únicas, informaciones precisas, en general, no generarán un diálogo; (ii) preguntas de comprensión, se proponen estimular el procesamiento de información e involucra acciones como relacionar datos, clasificar, etc. para dar una respuesta; (iii) preguntas de orden cognitivo superior, la cuales exigen interpretar, predecir, evaluar críticamente, para construir la respuesta; (iv) y preguntas metacognitivas, que se proponen ayudar a los alumnos a reflexionar sobre su modo de aprender y de pensar.

Los organizadores gráficos

Las imágenes tienen la función tanto de focalizar la atención de estudiantes, como de contribuir a su comprensión de un concepto o problema. Es así como, en esta propuesta, se hace uso de las imágenes de los formularios (aspecto de la ventana del programa que resolverá el problema planteado) como estrategia didáctica.

Estas imágenes, a las que se le agregan las distintas partes del plan (diseño del programa), hacen las veces de organizadores gráficos. “Los organizadores gráficos son formas de representar, a través de esquemas, los conceptos y las relaciones entre estos. Habitualmente, los conceptos se colocan en un recuadro u óvalo (nodo); y las relaciones entre ellos se representan mediante líneas que muestran la interconexión.” [15].

En este caso, la imagen del formulario hace las veces de nodo central y, de los distintos objetos que componen el mismo, se desprenden flechas a otros nodos que representan cada funcionalidad asociada al objeto. Esta se deberá programar para alcanzar la solución del problema.

Dicen [15] “los organizadores gráficos sirven para construir, comunicar y negociar significados” (p. 74) y en ese sentido la discusión sobre qué colocar en cada nodo (funcionalidad) no sólo avanza hacia la solución del problema, sino también hacia una mejor comprensión del mismo al poder expresar en palabras cuál será la acción/es que se espera realicen los objetos para resolver el problema y, si al completar el organizador se ha dado solución a este. También, una vez que se ejecuta el plan (programar), el organizador hace las veces de guía a la que se puede volver una y otra vez para ver cómo seguir. Asimismo, el organizador se puede actualizar en pos de una mejor solución.

La propuesta de la Fundación Sadosky

Desde la Fundación Sadosky (FS) se diseñó una propuesta didáctica para la enseñanza de los conceptos básicos de programación. Esta hace uso del aprendizaje por indagación como estrategia didáctica.

El proceso de indagación debe partir de una experiencia real del estudiante. Este debe identificar el problema a partir de esa experiencia, inspeccionar los datos disponibles, formular la hipótesis de solución y comprobar esta por la acción [23].

La propuesta didáctica de la Fundación Sadosky trabaja con un conjunto de herramientas conceptuales [19]: (i) la noción de estrategia de solución (división en subtareas); (ii) la noción de que los programas deben poder comunicar tanto a máquinas como a personas (legibilidad); y (iii) la noción de algorítmica básica (secuencia/recorrido).

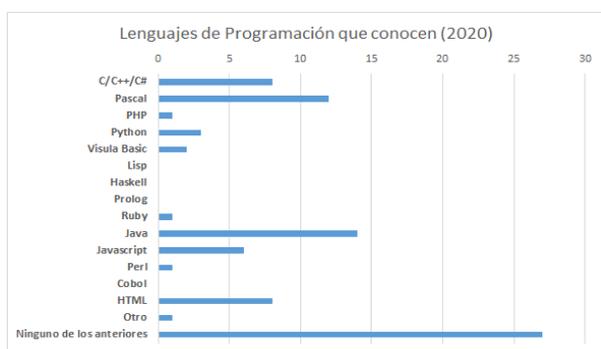
La estrategia de solución es expresada a través de la división en subtareas, la misma “representa a la forma de pensar composicionalmente y es una herramienta invaluable en el pensamiento de alto orden” [19, p. 9]. Dicha estrategia es representada a través del uso de procedimientos. Cada

solución a un problema (programa) inicia con un único procedimiento con un nombre que refleje la estrategia de solución (el problema como un todo, en nuestro caso la respuesta a la pregunta ¿Qué hay que hacer?), este a su vez se irá dividiendo en tantas subtarefas como sea necesario (nombrando cada una adecuadamente, iniciando con un verbo que describa la acción).

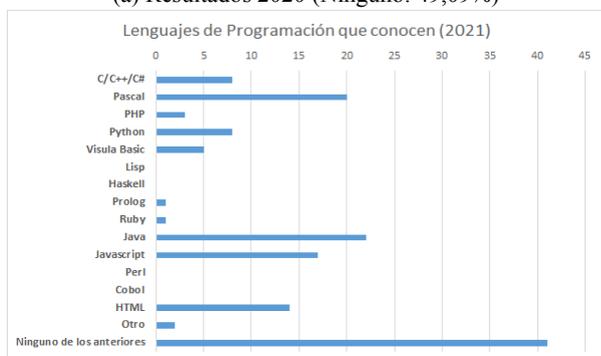
La propuesta de enseñanza

El contexto

Si bien la situación varía año a año, cada vez son más las/los estudiantes que llegan a Introducción a la Computación con conocimientos básicos de un lenguaje de programación (principalmente los inscriptos en el Profesorado en Computación, y en menor medida Profesorado/Licenciatura en Matemática (FCEyN-UNLPam)). Sin embargo, en general, no cuentan con experiencia en programación (ver Figura 1).



(a) Resultados 2020 (Ninguno: 49,09%)



(b) Resultados 2021 (Ninguno: 50%)

Figura 1. Encuesta inicial de la cátedra, pregunta “¿Conocés alguno de los siguientes lenguajes de programación?”

Los objetivos de aprendizaje planteados desde la asignatura son: (i) Comprender y aplicar una metodología de resolución de problemas en situaciones prácticas, (ii) Comprender y utilizar apropiadamente estructuras de control y tipos de datos en la resolución de un problema dado y (iii) Diseñar programas en un lenguaje de alto nivel haciendo uso de un entorno integrado de desarrollo (IDE). Por lo que, no sólo se busca que las/los estudiantes se apropien de las nociones básicas de la programación, sino también, que aprendan una metodología para resolver problemas.

Como afirman [14] “Las intenciones educativas se expresan, habitualmente, en las propuestas curriculares –especialmente en las formulaciones de objetivos, propósitos y contenidos a enseñar– que constituyen un importante marco de regulación de la tarea del profesor.” (p. 141). De aquí la importancia y el compromiso de diseñar y desarrollar una propuesta de enseñanza que incluya la resolución de problemas.

Con base en los resultados de los parciales, se pudo identificar que la sintaxis del lenguaje Pascal, y el uso del IDE Lazarus no son un obstáculo para la resolución de los problemas. Por lo que se decidió poner el foco en las estrategias de resolución de problemas.

Por otra parte, la FCEyN-UNLPam, firma un convenio con la Fundación Sadosky para desarrollar el curso La Programación y su Didáctica 1 y en este contexto, los integrantes del equipo docente de Introducción a la Computación fueron capacitados por la Fundación y llevaron adelante dicha propuesta didáctica en un curso durante 2020.

Propuesta de enseñanza para la resolución de problemas

La presente propuesta de enseñanza para el aprendizaje de una estrategia de resolución de problemas toma como base las etapas propuestas por Thomson (ya abordadas en la

cátedra) y la metodología de la Fundación Sadosky (ya descrita en el marco teórico).

Como recurso didáctico, se cuenta con las Guías Prácticas (GP). Estas incluyen ejercicios y problemas que se presentan con una complejidad creciente. Las temáticas abordadas en las mismas son: Conociendo el ambiente Lazarus, Alternativa condicional, Repetitivas, Arreglos y matrices. Inician con una introducción a la temática (marco conceptual), luego se presentan problemas y ejercicios de forma intercalada. Los primeros buscan trabajar un saber y los segundos transferir los aprendizajes. Las GP cierran con un resumen de lo abordado.

Para cada clase se selecciona un problema de la GP y se discute la solución con las/los estudiantes, aquí es donde se pone en práctica la propuesta de enseñanza. Esta incluye:

Comprender el problema. Se presenta a las/los estudiantes el enunciado del problema y se pregunta *¿Qué hay que hacer?* (pregunta de orden cognitivo superior). Se espera aquí que puedan definir en una oración corta cuál es el problema a resolver.

Se registran las respuestas y se discute cuál sería la oración que mejor responde la pregunta *¿Qué hay que hacer?*

Se vuelve a colocar el enunciado, pero ahora, destacando en el mismo la parte donde se encuentra la frase que describe el problema. En este punto, se solicita que se desglose el problema en partes más pequeñas (división en sub-tareas). Se discuten las ideas propuestas y se define el conjunto de partes en que se dividirá el problema (pensar el diseño o el plan de solución).

Se analiza si se han resuelto problemas similares que pudieran aportar a la solución de este nuevo problema.

Diseñar el programa. Con base en el ejemplo del formulario (ver Figura 2) se asocian, a los

distintos objetos, las funciones/acciones (partes del problema) que estos objetos deberán realizar.

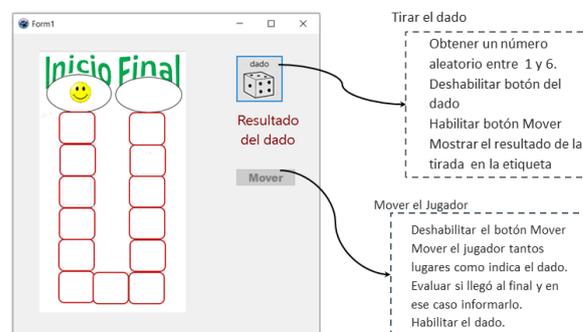


Figura 2. Ejemplo de formulario y diseño de programa (plan)

Esta etapa incluye:

Cada sub-tarea se expresa como una acción con un verbo en infinitivo.

Se describe qué se debe hacer para implementar la tarea. Aquí se puede anotar todo lo que será de utilidad para resolver la sub-tarea (incluso parte del código, tipos de datos, referencias a ejercicios, entre otros).

Escribir el programa. Con base en el plan, se escribe en el procedimiento asociado a cada objeto las partes de la solución en formato de comentarios en el código fuente.

Se programa en conjunto una de las funcionalidades. El resto de la programación queda a cargo de las/los estudiantes.

Como afirma [19] “Para escribir un programa, el único medio posible es utilizar un lenguaje de programación. Entonces, el programa constituye el vehículo ideal de explicitación y comunicación de las ideas con las que se concibió la solución expresada”.

Mirar hacia atrás. Se revisa la funcionalidad programada en busca de una mejora.

Resultados y discusión

La propuesta de enseñanza descrita en el punto anterior se implementó por primera vez en 2020 (en el contexto de la Pandemia por la

COVID-19). La asignatura se venía desarrollando de forma presencial y cuenta con un aula virtual en el entorno Moodle como soporte de la presencialidad.

Se revisaron 10 entregas de los planes para la resolución de un ejercicio de la Guía Práctica 3 (promediando la mitad de la cursada y previo al primer parcial). El problema trabaja con dos botones, una etiqueta y una imagen (ver Figura 2 y 3).

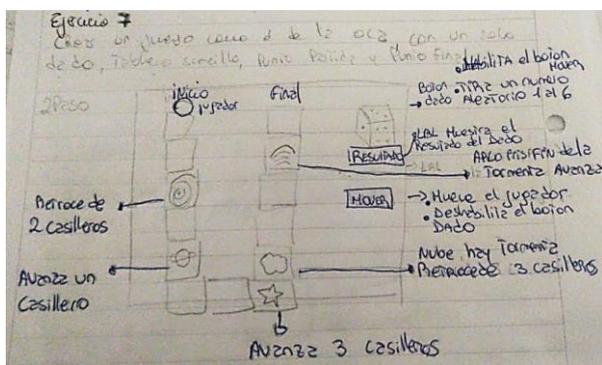


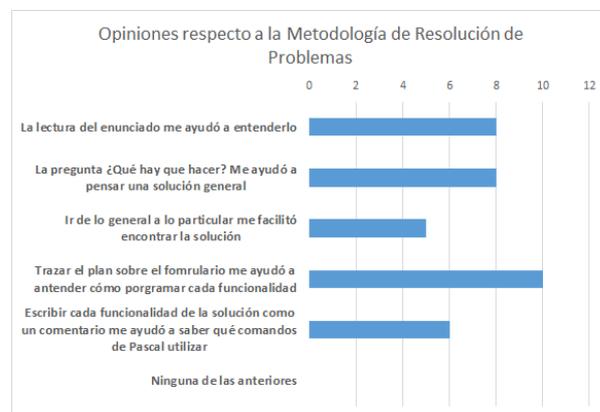
Figura 3. Ejemplo de la propuesta de diseño de un estudiante

Del análisis preliminar de los planes se pudo observar que:

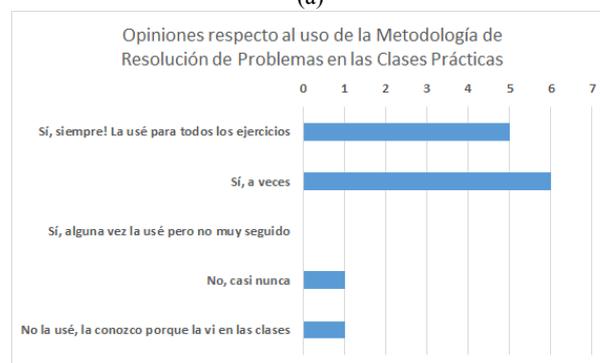
- Las/los estudiantes pudieron identificar y registrar en el diseño parcialmente las funcionalidades. En todos los casos fueron asociadas al objeto correcto (dos botones y una etiqueta).
- Varios estudiantes (4/10) indican en el diseño con qué objetos van a trabajar.
- Un estudiante presenta nodos desconectados en el organizador gráfico, lo que podría indicar que no se está comprendiendo parte del problema.

Por otra parte, en la encuesta final de la cursada se le realizaron dos preguntas sobre la metodología utilizada en la práctica y se obtuvieron 13 respuestas. Como se puede observar en la Figura 4a el trabajo sobre el formulario para diseñar la solución le fue de utilidad a las/los estudiantes, las demás instancias planteadas presentan un bajo nivel de aceptación. En la Figura 4b puede verse que

la mayoría de las/los que respondieron la encuesta se apropiaron de la metodología y la utilizaron en otros problemas de la GP.



(a)



(b)

Figura 4. Resultado de la encuesta a estudiantes sobre la metodología

Dice Lerner (citado en [14]) “Enseñar es promover la discusión sobre los problemas planteados, es brindar la oportunidad de coordinar diferentes puntos de vista, es orientar hacia la resolución cooperativa de las situaciones problemáticas”. La resolución de algunos de los problemas planteados en las Guías Prácticas tiene la pretensión, inicialmente, de mostrar cómo el docente (razonamiento experto) hace uso de la estrategia de resolución de un problema. La propuesta evoluciona hacia una resolución de forma colaborativa donde son las/los estudiantes los que ponen en juego la estrategia de resolución.

En el primer paso, “comprender el problema”, aparece la pregunta ¿Qué hay que hacer? (pregunta de orden cognitivo superior). A

partir de la misma, las/los estudiantes deben interpretar el enunciado y ofrecer una respuesta que pueda resumir en una oración el problema a resolver. Las subsecuentes preguntas se enfocan en “cómo hacerlo”. Las/los estudiantes deben dar cuenta de cómo resolverían el problema, identificar cuáles serían los pasos a seguir (teniendo en cuenta la solución de problemas similares). En este sentido, para [24], las preguntas que contribuyen a la metacognición deberían estar en torno a tres ejes: qué hay que hacer, qué instrumentos necesito para abordar este problema y, cuál es una estrategia adecuada para resolver la tarea.

Con base en lo discutido en el primer paso se diseña el programa. Aquí se hace uso de un organizador gráfico. Se convirtió el formulario en un nodo central desde donde se derivarían todas las funcionalidades que, potencialmente, resolverían el problema. Cada funcionalidad debe iniciar con un verbo en infinitivo (acción) en busca de reflejar la estrategia de solución y lograr una mejor legibilidad.

Para llevar adelante el plan (programación), las/los estudiantes deben identificar qué herramientas del lenguaje les permitirán programar la solución propuesta. Es decir, cómo le “dicen” a la computadora (en su lenguaje) que debe seguir los pasos definidos (metacognición). Si bien no fue posible asociar cada parte del problema con un procedimiento (como plantea Sadosky), dado que no es un concepto que se trabaje en el marco de la asignatura, se optó por dividir el problema en las distintas funcionalidades que se debían implementar. Dice [19] “La herramienta del lenguaje básica para expresar subtareas y estrategias es el procedimiento, y consecuentemente, es una de las primeras herramientas que se presentan y trabajan en los ejercicios.” (p. 10). Así, la división se definió a partir de los objetos sobre los que se debían desarrollar las distintas funcionalidades, cuya programación se hace (en Lazarus) a través de

procedimientos escritos en lenguaje Pascal. Tanto los nombres de los objetos como los procedimientos asociados a los mismos deben tener nombres significativos. “La legibilidad se ve expresada en la actividad de programación a través de la elección de nombres adecuados para las entidades que se escriban en el programa [...]. Se suelen favorecer nombres cortos pero descriptivos, que puedan ser leídos en voz alta en lenguaje natural (castellano, en nuestro caso)” [19, p. 12]. Luego, ya dentro de los procedimientos, la división en subtareas continúa a partir del uso de comentarios en el código fuente. Cada una de las subtareas expresadas en el diseño se colocan como comentarios del código fuente. Hecho esto, se abre un espacio entre los comentarios y se comienza a programar (interactuando con lo registrado en el diseño). Esto implica la traducción de lo escrito en lenguaje natural (comentarios) al lenguaje de programación, realizando una adaptación en función de las herramientas del lenguaje que conocen.

Finalmente “mirar hacia atrás”, en esta etapa se hacen las distintas pruebas y las mejoras o modificaciones que surjan de éstas. En algunos casos, para problemas que pudieran resultar algo complejos, se implementa una versión simplificada del problema y, al mirar hacia atrás, se retoma en enunciado completo y se trabaja sobre la solución definitiva.

Conclusiones y trabajos futuros

En este trabajo se aborda una propuesta didáctica para la enseñanza de la programación enfocada en la resolución de problemas. Esta toma como base la metodología de la Fundación Sadosky y la estrategia de resolución de problemas propuesta por Simon Thompson. La propuesta fue diseñada en 2019-2020 e implementada durante 2020 y se está utilizando, nuevamente, en 2021.

Si bien los resultados son preliminares, y requieren de una nueva implementación, se pudo observar que algunas/os estudiantes se apropian de la metodología y que la propuesta tiene el potencial para actuar como soporte en el proceso de resolución de problemas.

Como trabajos futuros, se deben rediseñar las Guías Prácticas para que los enunciados acompañen apropiadamente a la propuesta (esto se está haciendo para el año en curso). También llevar el marco conceptual al cierre de la guía o al finalizar cada grupo de ejercicios que aborda un concepto, para que se ajusten a lo propuesto en la didáctica por indagación. Lo propio se debería hacer con algunos recursos audiovisuales presentes en el aula virtual, estos deberían estar disponibles al finalizar cada GP.

También, se está evaluando la posibilidad de incluir versiones ejecutables de algunos ejercicios de las GP. Esto con el objetivo de que a través de la ejecución del programa, las/los estudiantes logren identificar los diferentes escenarios o situaciones que el programa debe resolver y las tengan en cuenta en el proceso de resolución.

Por otra parte, se espera contar con más entregas de diseño de planes para tener una mayor cantidad de material para el análisis, así como cortes en diferentes momentos de la cursada, para observar la evolución en la apropiación de la propuesta.

Bibliografía

- [1] S. Popat y L. Starkey, «Learning to code or coding to learn? A systematic review», *Comput. Educ.*, vol. 128, pp. 365-376, 2019, doi: 10.1016/j.compedu.2018.10.005.
- [2] Ley N. 26.206, *Ley de Educación Nacional*. 2006.
- [3] Presidencia de la Nación, *Decreto 459/2010*. 2010.
- [4] Consejo Federal de Educación, *Resolución CFE N. 263*. 2015.
- [5] Ministerio de Educación y Deportes, *Resolución N. 1536-E*. 2017.
- [6] Consejo Federal de Educación, *Resolución CFE N. 343/18*. 2018.
- [7] G. N. Dapozo, R. H. Petris, C. L. Greiner, M. C. Espíndola, A. M. Company, y M. López, «Capacitación en programación para incorporar el pensamiento computacional en las escuelas», *TE & ET*, vol. no. 18, 2016, Accedido: jul. 30, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10915/58516>.
- [8] Fundación Sadosky, «¿De qué se trata? | Program.AR», *Program.AR*, 2020. <http://program.ar/de-que-se-trata/> (accedido sep. 22, 2020).
- [9] G. J. Astudillo, S. G. Bast, D. Segovia, y L. Castro, «Revisión de propuestas para la enseñanza de la programación», presentado en XII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, San Luis, Argentina, 2019.
- [10] G. J. Astudillo y S. Bast, «Enseñanza y aprendizaje de programación. Hacia un estado del arte», *Virtualidad Educ. Cienc.*, vol. 11, n.º 20, Art. n.º 20, 2020.
- [11] G. M. Rodríguez Carrillo, «Enseñanza de la programación de computadoras para principiantes: un contexto histórico», *INVENTUM*, vol. 9, n.º 17, pp. 51-61, 2014, doi: 10.26620/uniminuto.inventum.9.17.2014.51-61.
- [12] M. C. Martínez y M. E. Echeveste, «Representaciones de estudiantes de primaria y secundaria sobre las Ciencias de la Computación y su oficio.», *Rev. Educ. Distancia*, n.º 46, 2015, [En línea]. Disponible en: <https://revistas.um.es/red/article/view/240241>.
- [13] G. J. Astudillo, S. G. Bast, y P. A. Willging, «Enfoque basado en gamificación para el aprendizaje de un lenguaje de programación», *Virtualidad Educ. Cienc.*, vol. 7, n.º 12, pp. 125-142, 2016.
- [14] L. Basabe y E. Cols, «La enseñanza», en

- El saber didáctico*, 1ra ed., Buenos Aires, Argentina: Editorial Paidós, 2007.
- [15] R. Anijovich, S. Mora, y E. Luchetti, *Estrategias de enseñanza: otra mirada al quehacer en el aula*, vol. 1. Buenos Aires, Argentina: Aique, 2009.
- [16] D. Levis, «Enseñar y aprender con informática/ enseñar y aprender informática», en *Medios informáticos en la educación a principios del siglo XXI*, 1ra ed., D. Levis y R. Cabello, Eds. Buenos Aires, Argentina: Prometeo Libros Editorial, 2007, pp. 21-49.
- [17] M. del P. Pérez Echeverría y J. I. Pozo, «Aprender a resolver problemas y resolver problemas para aprender», en *La solución de problemas*, Madrid: Santillana, 1994, pp. 14-50.
- [18] J. I. Pozo, M. d Pérez, J. Domínguez, M. Gómez, y Y. Postigo, *La solución de problemas*. Madrid, España: Santillana Madrid, 1994.
- [19] P. E. Martínez López, «Sugerencias para el dictado del curso La programación y su didáctica. Método Program. AR». Fundación Sadosky, 2016, [En línea]. Disponible en: http://program.ar/wp-content/uploads/2015/04/GuiaParaCursoProgram.AR_1.pdf.
- [20] G. Polya, *How to solve it*, 2°. New Jersey: Princeton University, 1973.
- [21] S. Thompson, «Where do I begin? A problem solving approach in teaching functional programming», en *Programming Languages: Implementations, Logics, and Programs*, Berlin, Heidelberg, 1997, pp. 323-334, doi: 10.1007/BFb0033853.
- [22] D. J. Barnes, S. Fincher, y S. Thompson, «Introductory Problem Solving in Computer Science», en *5th Annual Conference on the Teaching of Computing*, Centre for Teaching Computing, Dublin City University, Dublin 9, Ireland, ago. 1997, pp. 36-39, Accedido: sep. 30, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://kar.kent.ac.uk/21468/>.
- [23] F. Reyes-Cárdenas y K. Padilla, «La indagación y la enseñanza de las ciencias», *Educ. Quím.*, vol. 23, n.º 4, pp. 415-421, 2012.
- [24] P. Meirieu, *La opción de educar: Ética y pedagogía*, 1ra ed. Barcelona, España: OCTAEDRO, 2001.

La Enseñanza y Aprendizaje inicial de Programación en el contexto de la pandemia. Experiencia y Reflexiones a futuro

Laura De Giusti¹, Gladys Gorga¹, Virginia Ainchil, Eduardo Ibañez¹, Ismael Rodríguez¹, Verónica Artola¹, Luciano Marrero¹, Cristina Madoz¹, Gonzalo Villarreal², Armando De Giusti^{1,3}

¹*Instituto de Investigación en Informática LIDI - CIC - Facultad de Informática. UNLP*

²*PREBI-SEDICI – UNLP y CESGI-CIC*

³*Investigador Principal CONICET*

{ldgiusti, ggorga, vainchil, eibanez, ismael, vartola, adegiusti}@lidi.info.unlp.edu.ar

gonzalo@prebi.unlp.edu.ar

Resumen

En este trabajo se analizan cuestiones conceptuales que se han apreciado durante el recorrido educativo en la pandemia y su impacto efectivo en la implementación de los cursos universitarios iniciales de Programación en las carreras de Informática. Se discuten las dificultades de alumnos y docentes, así como las diferentes metodologías y tecnologías empleadas para abordar el tema. El “caso de estudio” es significativo porque en el caso de la Facultad de Informática de la UNLP se tienen 2 asignaturas cuatrimestrales, Conceptos de Algoritmos, Datos y Programas y Taller de Programación que reunieron en 2020 más de 1400 alumnos. En las Conclusiones se hace una síntesis de la experiencia, con una mirada de mediano plazo en la que se considera el avance de un sistema de bimodalidad en la educación universitaria, así como la importancia de transformar cuestiones negativas y potenciar los aspectos positivos, en particular en la enseñanza inicial de programación.

Palabras Clave: *programación, enseñanza y aprendizaje no presencial, evaluación, modelo pedagógico-tecnológico, bimodalidad*

1. Introducción

En este trabajo hemos partido de los diez puntos conceptuales sobre Educación y Tecnología indicados en [1] y se trabaja en el análisis de los mismos a la luz de la experiencia de los dos cursos iniciales de Programación en la Facultad de Informática de la UNLP [2][3] cuyos objetivos y resultados de aprendizaje esperados son sintéticamente:

- Identificar y modelizar problemas reales para su solución informática.
- Analizar soluciones evaluando su corrección y eficiencia.
- Resolver problemas simples con tres paradigmas y lenguajes de programación diferentes (Imperativo, Orientado a Objetos y Concurrente), implementando las soluciones en máquina.

Si bien en el mundo hay una serie de publicaciones que abordan el tema de la Educación en la pandemia tales como [4][5][6] y también en la enseñanza inicial de Programación [7][8], en este trabajo tratamos de agregar una mirada general a la problemática de Educación y Tecnología y discutir diez puntos conceptuales de interés, teniendo en cuenta publicaciones anteriores a la pandemia, tales como [9][10][11][12].

Hemos considerado especialmente el impacto del cambio tecnológico en las metodologías de enseñanza y aprendizaje, poniendo énfasis en el rol central del alumno, en las diferencias

según el nivel de los cursos universitarios y la mayor dificultad de adaptación de los alumnos que ingresan a la Universidad.

Se consideran cuestiones centrales tales como la formación previa y la adaptación de los docentes al empleo de tecnología [13][14][15], la respuesta de los alumnos a estos cambios metodológicos [16] y las dificultades observadas en la evaluación de conocimientos y resultados de aprendizaje a distancia [17][18], en particular cuando se trata de cursos numerosos.

Otro eje de dificultades es la enseñanza experimental. El curso Taller de Programación básicamente ha estado pensado con un escenario “teórico- práctico” con los alumnos trabajando en el aula interactivamente con computadoras iguales, con el mismo software y en directa relación con el docente. Transformar esta metodología e instrumentación en el contexto de la pandemia ha sido muy difícil y el avance hacia entornos inmersivos que incluyan el trabajo sobre “laboratorios remotos” donde todos los alumnos repliquen la situación de la presencialidad resultó imposible en 2020, aunque se dieron los pasos iniciales para ello.

Por último se analizan cuestiones que están siendo planteadas en todos los niveles educativos, tales como los cambios en el modelo pedagógico con la incorporación de tecnología en el aula y fuera de ella, el acceso desigual a la tecnología por parte de alumnos y docentes, la integración adecuada de actividades sincrónicas y asincrónicas y el cambio hacia la “digitalización” de las sociedades con su impacto en la Universidad y la difícil adaptación a este cambio de un país en desarrollo como la Argentina.

Cada uno de estos temas tiene un reflejo directo en nuestros cursos iniciales de Programación, tal como se expone en el trabajo.

2. El proceso de enseñanza y aprendizaje de Programación 2020.

2.1. Aspectos Generales

2.1.1 Hay una transformación educativa que trascenderá el 2020.

- La pandemia ha generado un cambio disruptivo en las metodologías de enseñanza y aprendizaje, con la incorporación necesaria y forzada de tecnología. Esto conduce a un proceso de enseñanza y aprendizaje más digital y a distancia, con un paso inmediato que es la bimodalidad.
- Sin dudas se ha producido un salto en la innovación aplicada a la Educación y este salto debiera fortalecerse y crecer, incrementando el modelo de “bimodalidad adaptativa”, considerando el tipo de curso, el número de alumnos y la disponibilidad de tecnología.
- El aprendizaje “online” tiene algunas ventajas para el alumno (cuando se dispone de la tecnología adecuada y de los docentes con manejo de la misma), lo que impulsará la consolidación de este cambio.

En el caso de los cursos iniciales de Programación esta transformación obligó a redefinir la metodología, el cronograma de tareas, los instrumentos de interacción con el alumno, los mecanismos de evaluación, definir una nueva noción de “presencialidad” y sobre todo a generar una “continuidad educativa” que no tuvo pausas, ni horarios fijos, con un gran esfuerzo de los docentes.

Mencionaremos alguna de las acciones concretas:

- ✓ Se estructuraron los cursos en bloques de 150 a 200 alumnos, con “aulas prácticas virtuales” de 40 alumnos, utilizando una plataforma educativa provista por la

- Facultad (WEBex) en la cual se capacitó a los docentes y a los alumnos.
- ✓ Se mantuvo un entorno de Enseñanza y Aprendizaje Virtual (IDEAS) que ya era conocido por los alumnos desde el ciclo inicial (Ingreso) y también desde los cursos de Pre-ingreso a distancia. Una ventaja resultó el manejo de este entorno por docentes y alumnos, lo que simplificó la articulación y comunicación de las asignaturas con los alumnos.
 - ✓ Se inició el curso con diferentes explicaciones para los alumnos (sincrónicas, asincrónicas, utilizando el portal de la Facultad para publicar información, interactuando por mail y en foros, etc.)
 - ✓ Se armó un “ciclo” de actividades semanales con un esquema en el cual en la semana inicial (x ej. el día miércoles) se publicaba un video con la próxima teoría y los alumnos la podían ver y descargar.
 - ✓ Todas las siguientes semanas tuvieron una “rutina” (conocida a priori por los alumnos) que se iniciaba (Lunes) con una discusión sincrónica (por turnos) de los temas de Teoría presentados en el video anterior. Al día siguiente se publica una Explicación de Práctica que retoma los temas de la Teoría y apuntala lo que será el trabajo de práctica en el Aula Virtual. El acceso a esta explicación es asincrónico.
 - ✓ Durante los 3 días restantes de la semana se trabaja en las aulas de práctica con auxiliares docentes interactuando en la resolución de los ejercicios en forma sincrónica con los alumnos.
 - ✓ Como siempre el día miércoles de la semana se publica el video de la teoría de la semana siguiente, con los temas que el alumno tiene en el cronograma conocido.
 - ✓ Los días sábado se realiza una Autoevaluación asincrónica de los temas tratados en la práctica de la semana. Estas autoevaluaciones (realizadas sobre el mismo entorno IDEAS) son corregidas, publicadas y sus errores explicados a los alumnos en horarios determinados.
 - ✓ Las Autoevaluaciones buscan mantener la máxima “continuidad” en el aprendizaje de los alumnos, reemplazando la actividad de interacción presencial por un esfuerzo asincrónico sobre temas que el alumno debiera haber asimilado en la semana. La “presencia” en las Autoevaluaciones permite inferir la permanencia del alumno en el curso.
 - ✓ Los docentes debieron aprender a grabar y editar sus videos, a compartir y gestionar información de la cátedra “online” (listados compartidos, estadísticas en tiempo real, sondeos de aprendizaje en medio de una teoría, armado de materiales educativos). También tuvieron que replantear todas las actividades de los alumnos, considerando el contexto de aislamiento y la disponibilidad de tecnología (en muchos casos el alumno sólo disponía de un celular).
 - ✓ El modo de lograr una participación activa de los alumnos en las actividades sincrónicas (recordar que son alumnos de primer año) resultó difícil, aunque con la ayuda de la tecnología se fue superando a lo largo del año.
 - ✓ En el caso del Taller de Programación se debió “convertir” el trabajo en el aula, con máquinas y software idéntico y disponer de herramientas que permitieran el mismo trabajo en el ámbito del alumno, sobre diferentes plataformas, sistemas operativos y lenguajes. Esto significó más capacitación para docentes y alumnos, así como un nivel de abstracción en el análisis de los problemas a plantear y el modo de evaluar las soluciones.
- 2.1.2 Es necesario pensar en la integración “óptima” de recursos sincrónicos y asincrónicos**
- Otra enseñanza que nos deja la Educación en la pandemia es que no hay un

reemplazo directo de la metodología presencial, con el empleo de tecnología. Es muy difícil pensar en “clases” sincrónicas muy similares (en duración en tiempo, en interacción con los alumnos y en recursos iguales para todos) a las clases de los cursos presenciales.

- La primer reflexión que surge es que conviene combinar adecuadamente recursos sincrónicos y asincrónicos, evaluando el tiempo de atención que prestarán los alumnos a los mismos y las posibilidades de un docente de brindar conocimientos, información y formación a los alumnos conectados a distancia.
- Esta combinación de recursos sincrónicos y asincrónicos es función de cada asignatura, de sus contenidos y metodología adoptada para el proceso de enseñanza y aprendizaje.
- ✓ Nuestra experiencia resultó algo diferente en Conceptos de Algoritmos Datos y Programas (asignatura clásica de teorías y prácticas en el aula, en su mayoría en lápiz y papel) con Taller de Programación (asignatura teórico-práctica, pensada para trabajar en un entorno de interacción donde cada alumno tiene su computadora.
- ✓ De todos modos el modelo (que se ha explicado en el punto anterior) resultó relativamente más sencillo y los alumnos (que conocían IDEAS y tenían un cronograma de actividades muy detallado) tuvieron un balance entre lo sincrónico y asincrónico, con mucha valoración por las clases teóricas grabadas y la posterior interacción con los profesores de teoría.
- ✓ En el caso del Taller de Programación se tuvo la ventaja de alumnos que ya habían tenido un primer contacto con la nueva metodología y que se adaptaron bien a este esquema pero al mismo tiempo se encontraron con recursos muy diferentes en sus hogares para afrontar los aspectos prácticos del curso. En muchos casos los docentes debieron explicar cómo emplear esos recursos para resolver problemas en

cada paradigma/lenguaje. Claramente fue muy difícil reemplazar la actividad sincrónica presencial en el Aula, aunque los resultados de aprendizaje fueron muy razonables.

- ✓ Un punto no menor resultó la dificultad para implementar el “trabajo en equipo” tradicional, en ambas asignaturas. La virtualización de este trabajo en equipo aportó problemas adicionales, que se fueron resolviendo en la medida que se pasó del ASPO al DISPO. Los alumnos mantuvieron su valoración por el trabajo colaborativo en grupos y esto se reflejó en diferentes tareas y evaluaciones grupales.

2.2. Aspectos negativos.

2.2.1 El acceso a la tecnología es desigual y tiene un impacto negativo en el aprendizaje

- Lamentablemente a nivel mundial la pandemia ha mostrado la relación desigual entre las naciones según su grado de desarrollo. Esta desigualdad se refleja en la Educación. El acceso a la tecnología es muy desigual entre países y las posibilidades de “igualar” la Educación como un derecho básico quedan limitadas en función de la capacidad económica de los Estados.
- Dentro de cada país (Argentina es un ejemplo claro) esta desigualdad en función de la situación social de ciudadanos, alumnos y docentes hace muy difícil una transformación de la Educación que permita iguales oportunidades para todos.
- El análisis a nivel universitario de los problemas de aprendizaje tiene una fuerte correlación con la situación social y el acceso a la tecnología de los alumnos y también de los docentes. Transitar el cambio en forma positiva y socialmente inclusiva requerirá decisiones políticas, pero también inversión.

- ✓ Este punto significó una “pérdida” inevitable de alumnos por falta de conectividad adecuada. Este número (del orden del 18% en las dos asignaturas consideradas) es muy difícil de revertir, si bien hay acciones de la Universidad y del Estado en general en esta dirección.
- ✓ Por otro lado hubo que considerar múltiples situaciones tales como la pérdida temporaria de conexiones durante las evaluaciones (tanto de alumnos como de docentes), caídas de la red eléctrica, caídas de algún servidor, sobrecarga del servidor de IDEAS, en particular en los momentos de mayor número de alumnos conectados sincrónicamente. En todos los casos se trató de tener la mayor flexibilidad con los alumnos y generar una “redundancia” de docentes en las actividades críticas (como los exámenes parciales o finales) para que las dificultades tecnológicas no afectaran el resultado académico.
- ✓ El balance dejar mucho por hacer, más allá de la gestión de la Universidad o la Facultad. Claramente es un problema de “upgrade” tecnológico que abarca a toda la sociedad.

2.2.2 Formar con metodologías y recursos innovadores requiere una transformación compleja. Este cambio tiene un impacto en los docentes y requiere mejorar su capacitación

- Si bien todos comprendemos la importancia de la transformación pedagógico-tecnológica que debemos recorrer, la realidad nos marca que el camino es difícil: los docentes deben completar/perfeccionar su formación para ser actores positivos del cambio; es necesario disponer de tecnología y conectividad para toda la sociedad, en la ciudad y en las aulas y los nuevos métodos requieren un proceso de adaptación que no es “instantáneo”.

- Por otro lado si el nuevo modelo pedagógico-tecnológico requiere de un nuevo “modelo” de docente con una formación mejor en tecnología educativa y las metodologías asociadas con el empleo de la misma, también hay que re-discutir los conceptos de cátedra y el modelo curricular clásico de los planes de estudio
- ✓ Este punto generó un gran esfuerzo para los docentes y también un trabajo colaborativo de todos los involucrados (estamos hablando de más de 50 docentes entre Profesores, Jefes de Trabajos Prácticos y Ayudantes) para discutir las herramientas a emplear, capacitarse en aquellas que no conocían e intercambiar experiencias para la mejor toma de decisiones.
- ✓ El proceso de actualización docente sigue (y será continuo seguramente en los próximos años) porque el “salto pedagógico” para incluir la tecnología y la no presencialidad en el modelo educativo es complejo y requiere de nuevos análisis para ir encontrando los mejores recursos y los mecanismos adecuados de implementación.
- ✓ Podemos decir que en 2020 los docentes hicieron un máximo esfuerzo de “adaptación”, pero este esfuerzo continuará.
- ✓ Al mismo tiempo debemos participar en un análisis profundo del modelo de cátedra que integre presencialidad y virtualidad (bi-modalidad) para optimizar los resultados de aprendizaje de los alumnos. La experiencia en los cursos de Programación de primer año es que los alumnos valoran la actividad no presencial, con una planificación e información adecuada, pero requieren presencialidad en el trabajo experimental y en las evaluaciones.

2.2.3 Es difícil la adaptación de la enseñanza experimental a modelos híbridos o a distancia.

- Las actividades experimentales o “de laboratorio”, así como las tareas “de campo” han sido muy afectadas en el desarrollo de los cursos en la pandemia. Si bien existe tecnología (Laboratorios remotos, Hospitales virtuales, Simuladores de todo tipo), la misma no es suficiente ni está adecuadamente consolidada para reemplazar la presencialidad... y posiblemente sea imposible un reemplazo al 100%.
- Avanzar en un análisis detallado de las tareas experimentales o de campo que se requieren en la formación de un alumno y el “salto” en los recursos tecnológicos que debemos disponer (y conocer/dominar) para ser utilizados en la bimodalidad es una tarea pendiente, en todo el mundo. La tecnología deberá dar mejores posibilidades desde los ambientes inmersivos, los entornos virtuales, la conectividad de alta velocidad y la posibilidad de trabajar con equipamiento sofisticado a distancia... y de todos modos habrá tareas de formación que requieran presencialidad e interacción directa entre docentes y alumnos.
- ✓ Este punto se notó claramente. Pensar en reemplazar los Laboratorios Móviles con una portable para cada alumno en el Aula presencial, por un modelo de Laboratorio remoto resultó muy difícil.
- ✓ Al tener 400 o más alumnos, el trabajo sobre las máquinas remotas no se resolvió técnicamente en 2020. Se optó por adaptar la instrumentación a los recursos que el alumno disponía, lo cual aumentó (en muchos casos) la desigualdad en el aprendizaje.
- ✓ Una expectativa razonable en la bimodalidad es que estas actividades se puedan planificar presencialmente en 2021 (si la pandemia lo permite).
- ✓ Al mismo tiempo se trabaja con el manejo de laboratorios remotos con núcleos de 30/50 máquinas, pero esto también requiere de mínima

presencialidad en la Facultad del personal técnico que administra las mismas.

2.2.4 Los mecanismos de evaluación no presencial no están consolidados

- Una de las mayores dificultades que se ha encontrado en la Educación en la pandemia es asegurar mecanismos de evaluación del aprendizaje que sean justos y reflejen el real conocimiento adquirido por el alumno.
- A la desigualdad de recursos disponibles por los alumnos (que condicionan su proceso de aprendizaje y también sus evaluaciones) se agrega un conflicto intrínseco entre los derechos individuales y a la privacidad del alumno vs las seguridades requeridas para asegurar que la evaluación responde a las pautas esperadas por los docentes (autenticar el alumno, seguir su actividad durante una evaluación a distancia, asegurar que no hay plagio, etc).
- Es interesante el aspecto “formativo” que se deriva de estas situaciones: los alumnos deben asumir sus responsabilidades en el proceso de aprendizaje y colaborar en evaluaciones justas y correctas. La ética de alumnos y docentes ha sido puesta a prueba y seguramente nos seguirá tensionando en el proceso de renovación de la Educación, con un modelo “pedagógico-tecnológico” nuevo.
- ✓ Claramente las evaluaciones han sido una de las mayores dificultades para los cursos de Programación del 2020. Pensar en 1400 alumnos dando exámenes parciales (con 3 fechas posibles) y unos 300/400 alumnos rindiendo exámenes finales durante el año requirió un gran esfuerzo de los docentes y complejidades para el alumno.
- ✓ Lo que era un proceso “sencillo” en la presencialidad con exámenes escritos en Conceptos de Algoritmos Datos y

Programas y evaluaciones sobre máquina en Taller de Programación debieron reformularse, integrando pruebas escritas (incluyendo código en algún caso) con coloquios personalizados. Todo esto consume mucho tiempo y genera un esfuerzo y desgaste a los docentes, así como problemas de adaptación y de recursos a los alumnos.

- ✓ Desde la Facultad se está trabajando para habilitar la presencialidad de las evaluaciones y posiblemente este punto (con la tecnología actual) sea insoslayable en la bi-modalidad para cursos masivos y con componente experimental como los de Programación inicial.

2.3. Aspectos positivos

2.3.1 Se ha reforzado la mayor importancia del “aprendizaje” por sobre la “enseñanza”.

- El nuevo modelo pedagógico-tecnológico surgido/perfeccionado durante la pandemia pone al alumno en el centro de la actividad, fomentando su autonomía, capacidad de autoaprendizaje. Asimismo abre cauce a la innovación metodológica y también al cambio en los instrumentos que el alumno utiliza para incorporar conceptos y habilidades.
- Claramente la pandemia nos ha marcado que “aprender” y “autoaprender” resultan más significativos que tratar de “enseñar” desde el modelo clásico del docente al frente de un aula. El docente debe ser un Inspirador / catalizador de las capacidades del alumno, incluyendo las innovaciones que el mismo alumno plantee.
- A su vez este proceso debilita aspectos de la socialización y la formación en competencias “transversales” de los alumnos, que estaban pensados para la presencialidad total. Un ejemplo simple es el concepto de “trabajo en equipo” que debe reformularse en función de la

tecnología y la modalidad de cada asignatura.

- ✓ Este punto se ha visto claramente en los cursos iniciales de Programación. El alumno que ha superado el proceso de “adaptación” a la incorporación de tecnología y a la educación no presencial, ha resultado más activo y ha potenciado su aprendizaje.
- ✓ Luego de una etapa inicial de “desconcierto” se observó una gran capacidad de los alumnos para generar soluciones a los problemas y para capitalizar los nuevos recursos (ej. las clases en video de las que antes no disponían o las autoevaluaciones sistemáticas).
- ✓ En general la comunicación entre alumnos y docentes (y entre pares) se incrementa en la virtualidad.

2.3.2 La digitalización de la Sociedad impulsará la digitalización de las Universidades

- El marco del cambio en las sociedades, a nivel de sus ciudadanos, marca una fuerte tendencia a la digitalización (servicios al ciudadano, comercio electrónico, banca electrónica, logística, etc.). Este es el “nuevo contexto” para las Universidades.
- Consecuentemente las Universidades tendrán un salto significativo (también disruptivo?) en sus mecanismos de gestión, yendo hacia una digitalización creciente de sus administraciones, más allá del cambio en el proceso de enseñanza y aprendizaje.
- El contexto de la transformación educativa se dará en un marco de digitalización de todos los servicios en la Universidad (y en el sistema educativo en general). Los mismos actores (docentes, alumnos, personal administrativo y técnico) no aceptarían una total vuelta

atrás, luego de la experiencia vivida y aprendida.

- Esto requerirá más tecnología en las Universidades (conectividad, acceso remoto, bibliotecas digitalizadas, aulas adaptadas a la bimodalidad, etc.).
- ✓ Claramente los alumnos están inmersos en este proceso y demandan “servicios digitales” de la Universidad. En los cursos de Programación fue muy importante el acceso a recursos digitalizados de la Biblioteca, el acceso virtualizado a servidores con máquinas de características determinadas y también que la Facultad “acercara” digitalmente servicios clásicos “de la Oficina de Alumnos”.
- ✓ Toda la información para las asignaturas se volvió virtual y el acceso a la misma y a las consultas/correcciones de las evaluaciones debió sistematizarse por la plataforma IDEAS y por encuentros asincrónicos.
- ✓ Clases y exámenes que incluían coloquios quedaron grabados, las pruebas escritas de los alumnos también se digitalizaron.
- ✓ En síntesis la transformación requirió y requerirá un “salto tecnológico” en la gestión de asignaturas como ésta y en la gestión de los alumnos en general.

3. Conclusiones y Reflexiones

- El pasaje de la educación presencial a la no presencial es particularmente difícil en los cursos iniciales de la Universidad y en particular en aquellos (como el caso de la enseñanza de la Programación) que requieren tareas experimentales difíciles de reemplazar en la virtualidad.
- Es necesaria una cuidadosa planificación de las actividades sincrónicas y asincrónicas, teóricas y prácticas de modo que el alumno mantenga una interacción continua con los docentes y con sus pares. Los mecanismos de

autoaprendizaje, incluyendo las autoevaluaciones son fundamentales.

- Asegurar una igualdad en el acceso a los recursos tecnológicos y en la conectividad para alumnos y docentes es muy difícil y lo será por varios años en un país en desarrollo como Argentina.
- Asegurar una igualdad en el acceso a los recursos tecnológicos y en la conectividad para alumnos y docentes es muy difícil y lo será por varios años en un país en desarrollo como Argentina.
- Las evaluaciones son un punto crítico en cursos masivos y con componente experimental como los iniciales de Programación. Hay un compromiso entre calidad de las evaluaciones y seguridad/privacidad/igualdad de recursos de los alumnos, que no está resuelto.

Por otro lado:

- La transformación educativa, con un nuevo modelo pedagógico que incluye los recursos tecnológicos, es un proceso que llegó para quedarse.
- La bimodalidad es un salto positivo, que requiere una planificación que incluye acciones dentro del sistema educativo y fuera de él. Es necesaria la capacitación de los docentes, el acceso a la tecnología por todos los alumnos, la transformación de las Universidades y también una voluntad política y de toda la sociedad en mejorar la Educación como un objetivo central de los países.
- ✓ Esta transformación positiva puede ampliar el “alcance” de las Universidades y de la Educación presencial y mejorar la formación y actualización de los ciudadanos, pero es un proceso lento y complejo.

4. Referencias

- [1] “*Reflexiones sobre Educación y Tecnología Post Pandemia*”. Armando De Giusti. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología no. 28, pp. 13- 16, 2021. doi:10.24215/18509959.28.e
- [2] Programa, Metodología y Resultados de Aprendizaje de la asignatura Conceptos de Algoritmos, Datos y Programas 2020. <https://www.info.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/2021/03/COMB-Conceptos-de-Algoritmos-datos-y-programas.pdf>
- [3] Programa, Metodología y Resultados de Aprendizaje de la asignatura Taller de Programación 2020. <https://www.info.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/2021/03/Taller-de-Programacion-Redictado.pdf>
- [4] Policy Brief: Education during COVID-19 and beyond. Naciones Unidas. Policy Brief: Education during COVID-19 and beyond. 2020. [Online]. https://www.un.org/development/desa/dspd/wp-content/uploads/sites/22/2020/08/sg_policy_brief_covid-19_and_education_august_2020.pdf
- [5] “*Publicaciones científicas de países latinoamericanos sobre educación ante el COVID-19. Revisión sistemática de la literatura*”. Bexi. Perdomo de Flores. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología no. 28, p e43 abr. 2021. doi:10.24215/18509959.28.e43
- [6] “*Oportunidades e Desafíos no Cenário de (Pós-)Pandemia para Transformar a Educação Mediada por Tecnologías*”. S. . Dotta, E. Pimentel, I. Frango Silveira, y J. C. Braga. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología no. 28, p e19 abr. 2021. doi:10.24215/18509959.28.e43 doi 10.24215/18509959.28.e19
- [7] “*Autogestión de la evaluación virtual en el campo de la Programación*”. M. Mac Gaul, C. Vargas, P.del Olm. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología no. 28 pp 108-116 2021 doi 10.24215/18509959.28.e
- [8] “*Educación Virtual con Alumnos de Primer Año de Ingeniería en Tiempos de Aislamiento Social Obligatorio*”. A. Trigueros, M. H. Compagnoni, y L. V. Toro. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología no. 28 pp e38. abr. 2021 doi 10.24215/18509959.28.e38
- [9] “*Disruptive Classroom Technologies: A Framework for Innovation in Education 1st Edición*”. Sonny Magana. Editorial Corwin; 1er edición (9 Junio 2017) ISBN-10:1506359094.
- [10] “*Blended Learning in Action: A Practical Guide Toward Sustainable Change*”. Catlin R. Tucker, Tiffany Wycoff, Jason T. Green. Editorial Corwin; First edición (13 Octubre 2016). ISBN-10:1506341160
- [11] “*The effectiveness of online learning: Beyond no significant difference and future horizons*,” T. Nguyen. MERLOT Journal of Online Learning and Teaching, vol. 11, no. 2, pp. 309-319, 2015.
- [12] “*Trabajo colaborativo mediado por tecnología informática en espacios educativos. Metodología de seguimiento y su validación*”. M. A. Zangara and C. Sanz. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, no. 25, pp. 8-20, 2020, doi: <https://doi.org/10.24215/18509959.25.e1>
- [13] “*Social media platforms and education*”. Van Dijck and T. Poell. The SAGE Handbook of Social Media, 2018, pp. 579-591.
- [14] “*Impacto del COVID-19 en docentes universitarios argentinos: cambio de prácticas, dificultades y aumento del estrés*”. Ana Casali, Diego Torres. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología no. 28 pp e53. Abril 2021 doi 10.24215/18509959.28.e53
- [15] “*Formación docente para la educación remota universitaria: nuevas oportunidades en tiempos de emergencia*”. G. Schwartzman, M. Berk, F.Reboiras. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología no. 28 pp e56. Abril 2021 doi 10.24215/18509959.28.e56
- [16] “*La perspectiva de los estudiantes sobre el cursado de una asignatura de primer año en tiempos de pandemia*”. F. S. Moreira, M. L. Guastavino Mosna, B. Castro Chans, y G. A. Arduino. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología no. 28 pp e55. Abril 2021 doi 10.24215/18509959.28.e55

[17] “Sugerencias para los exámenes finales y parciales a distancia en las universidades nacionales en el contexto del COVID-19. 2020.” CIN-RUEDA [Online].

<https://drive.google.com/file/d/1y2BbNZ8TDTa4gfEtB6jM3t7NCnDubKlw/view>

[18] “*La evaluación de los aprendizajes en tiempos de pandemia*”. M. Camacho. <https://www.universidadsi.es/evaluacion-online-covid19/>.

Nota: Todo el material desarrollado en 2020 para ambas asignaturas está a disposición de los docentes que lo requieran.

Vinculación profesional para el monitoreo de servicios de TICs utilizando Big Data.

Marcelo Dante Caiafa¹

Ariel Aurelio¹

Adrián Marcelo Busto¹

¹*Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas,
Universidad Nacional de la Matanza, Argentina*

mcaiafa@unlam.edu.ar, aaurelio@unlam.edu.ar, abusto@unlam.edu.ar

Resumen

La articulación entre la formación universitaria y la profesional es uno de los objetivos de nuestra labor educativa. El interés del trabajo es poner de manifiesto las competencias relevantes del estudiante en un proceso concreto de vinculación entre el ambiente académico y el ambiente productivo.

La investigación se basa en el desarrollo de herramientas para el monitoreo de servicios de los sistemas TIC (tecnología de la información y la comunicación). En esta articulación universidad-empresa se utiliza tecnología Big Data para el procesamiento de un gran volumen de datos contenido en los archivos generados por los sistemas de comunicaciones de una organización de servicios masivos que atiende a más de dos millones de clientes.

Se pretende construir un tablero de control basado en tecnología de código abierto ELK (Elasticsearch-Logstash-Kibana), que se abastecerá con los registros de detalle de llamada CDRs (Call Detail Records) generados por la plataforma de comunicaciones.

El objetivo es validar si el dominio de competencias técnicas es condición suficiente o si las habilidades blandas también son necesarias para lograr un eficiente desempeño en un proyecto de estas características.

Palabras Clave: Big Data, Tecnología de la Información, Competencias Profesionales del ingeniero del sector TIC, ELK.

Introducción a Big Data

La generación de datos se ha incrementado tanto que su tratamiento con los sistemas tradicionales se complica. Este crecimiento hace que requiera de herramientas adecuadas para la comprensión de la información generada. De allí que el término Big Data es de los más abordados en la industria de las tecnologías de la información [1].

Originalmente ha sido típicamente empleado para referirse a la solución al crecimiento exponencial de los datos para su almacenamiento, procesamiento y análisis [2]. Se enumeran algunos de sus beneficios [3]:

- “Optimización del cálculo y la precisión algorítmica para reunir, analizar, enlazar y comparar conjuntos de grandes cantidades de datos”
- “Identificación de patrones para la toma de decisiones en distintos ámbitos (económico, social, técnico, legal, etc)”

Según otros autores, la definición de Big Data es un proceso de exploración, desarrollo y aplicación de algoritmos escalables, infraestructuras y herramientas para organizar, integrar, analizar y visualizar, grandes cantidades de datos, complejos y heterogéneos [4]. Esta heterogeneidad se debe tanto a su volumen como a la variedad de fuentes. Algunos autores estiman que la producción de datos se dobla cada 40 meses [5]. Otros atributos importantes de los datos son la velocidad, su veracidad y su variedad [6].

- Velocidad: esto hace referencia tanto en su generación como en su análisis.
- Veracidad: cualquier actividad puede generar datos. Deben ser fiables, íntegros y auténticos.
- Variedad: hace referencia a los distintos formatos y tipologías de datos.

La herramienta seleccionada para el desarrollo del presente trabajo tiene como motor de búsqueda Elasticsearch y de acuerdo a la clasificación de plataformas Big Data de Matt Turck [7] cae en categoría de big data analítica.

Los tipos de analítica se clasifican [8]:

- a) Analítica descriptiva: ilustra los datos de los resultados recopilados durante un intervalo de tiempo.
- b) Analítica de diagnóstico: busca la causa raíz de un problema.
- c) Analítica predictiva: utiliza datos pasados para realizar pronósticos.
- d) Analítica prescriptiva: está dedicada a encontrar la solución más adecuada.

Por su diversidad los datos se agrupan en tres tipologías: estructurados, semiestructurados y no estructurados. Los primeros tienen un formato específico, están etiquetados y resultan de fácil acceso. Los segundos cuentan con algún tipo de estructura, generalmente en formatos XML o HTML con etiquetas de texto y meta data. Los últimos no disponen almacenamiento estructurado [9].

La aplicación del Big Data en la generación de información referidos al análisis de grandes conjuntos de datos para ayudar en la toma de decisiones presenta múltiples ejemplos [10]. A modo de ejemplo se enumeran algunos:

- Óptimo almacenamiento de datos masivos.
- Integración de datos que provienen de distintos sistemas
- Análisis de la información para facilitar la detección de fallos.

A modo de ejemplo se indican algunos casos de uso basado en análisis de datos contenidos en registros CDR [11]:

- Análisis en tiempo real (monitoreo dinámico del tráfico de comunicaciones).
- Eficiencia operativa (disponibilidad de canales, optimización de operación de servicios).
- Mejora en la experiencia del cliente (monitoreo de calidad de servicios)

El perfil del ingeniero está conformado por competencias técnicas y competencias genéricas [16]. Para los profesionales que trabajan en el sector de las TICs, el análisis y la recopilación de datos genera oportunidades para ejecutar procesos de analítica, medición y diagnóstico de incidentes, etc. Estas nuevas competencias técnicas definen un nuevo especialista, conocido genéricamente como "científico de datos". Este perfil requiere habilidades en el manejo de información y la mejora de la calidad y las relaciones entre conjuntos de datos [12]. Las principales se centran en el diseño de base de datos, desarrollo de procesos de extracción, transformación y carga de datos de múltiples fuentes. Este proceso conocido por sus siglas en inglés, ETL (extract, transform and load) [13].

Según Pratt, las empresas "requieren personal para interpretar y construir tableros de visualización, de modo que la mesa ejecutiva pueda comprender la información que contienen [14]. Otros autores [15] indican que entre los nuevos perfiles requeridos por el mercado laboral están:

1. Analista de datos: ejecuta análisis estadísticos con distintas fuentes de información.
2. Científico de Datos: aplica matemáticas, estadística y programación (python) para explorar y examinar datos que provienen de fuentes variadas y desconectadas.
3. Gerente de datos (Chief Data Officer): un ejecutivo que actúa como responsable final de la gestión de datos y sus políticas de privacidad.

Una encuesta realizada a 683 directivos de américa latina [17], evidenció que el 69% de

los encuestados no utilizan la data almacenada para la toma de decisiones, sólo un 12% logra aprovecharlos, como se ve en figura 1.

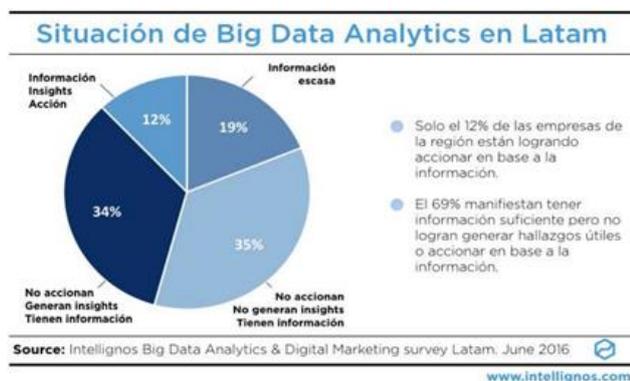


Figura 1: Situación de Big Data Analytics en Latam
 Fuente: Intellignos, 2016.

La consultora internacional ICD (International Data Corporation), espera para este año 2021 un incremento del 129% de gasto en *Big Data Analítica* en América Latina. Las industrias que más están cambiando son las que tienen mayor contacto con usuarios finales, es decir de consumo masivo, como venta minorista, banca, salud, manufactura y logística [18].

En las últimas décadas Argentina ha desarrollado el sector de Software y Servicios Informáticos, con su gran dinámica permitiría aprovechar estos avances en el crecimiento y desarrollo del país [19]. Según lo expresado por algunos autores, las empresas fomentan la creación de nuevas estrategias para la toma de decisiones. De allí que Big data se convierta en uno de los principales aspectos a considerar en los ámbitos comercial, científico y social, debido al gran impacto económico e innovador que representa [20].

Según la Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos, entre 2003 y 2012 la facturación del mercado de TIC en la Argentina creció un 19,8% anual en promedio. El país cuenta con oportunidades para generar una plataforma para la industria de Big Data

mediante la promoción de políticas adecuadas. Sin embargo, los resultados de la Encuesta Big Data 2014, muestra una demanda escasa explicada en parte por la falta de conocimiento y limitaciones en la infraestructura. De acuerdo al relevamiento del CIECTI (Centro interdisciplinario de estudios en ciencia, tecnología e innovación) las instituciones científicas revelan una desconexión entre la producción académica y los desarrollos de empresas locales [21].

Problemática a investigar

El presente trabajo, basado en la necesidad de consolidación de datos para aportar valor a la gestión de servicios de tecnología, pretende dar respuesta a la desconexión citada en el apartado anterior.

El estudio se enfoca en la articulación entre el mundo académico y el mundo profesional. Para ello estudia el proceso de construcción de una herramienta de gestión de los servicios de TICs basada en tecnología Big Data.

Algunos autores como Garousi [22] dentro de su propuesta de enseñanza-aprendizaje incorporan proyectos reales, estrategias para desarrollar habilidades y métodos de evaluación en la enseñanza de ingeniería de software basada en la ejecución de proyectos universidad–empresa.

Los objetivos de la investigación apuntan a conocer sobre las habilidades puestas en práctica por el profesional que se desempeña en un proyecto de estas características. De allí surge la pregunta de investigación:

¿Al momento del abordaje de un proyecto que vincula Big Data con los servicios de TICs, es suficiente con el dominio de competencias técnicas específicas, o es preciso además el dominio de competencias genéricas?

Los objetivos del estudio son:

1. Identificar los tipos de competencias profesionales requeridas para lograr un eficiente desempeño en un proyecto de estas características.
2. Construir los indicadores, mediante la selección de los distintos parámetros a partir de los datos disponibles, de modo que reflejen el tráfico telefónico desagregado por categorías.
3. Elaborar una herramienta para el monitoreo del servicio de atención al cliente mediante un tablero de control que consolide información de los distintos canales.

Se pretende aportar valor a la formación del perfil del profesional que trabaja en el sector TIC poniendo en relevancia las habilidades necesarias para lograr un eficiente desempeño en la explotación de datos de los sistemas de una empresa del mercado local.

Como indican algunos autores, las TICs son relevantes al momento de considerar esfuerzos de analítica que procese datos masivos. Este tipo de proyectos no son sólo de implementación de infraestructura tecnológica, por su naturaleza y potencial impacto son distintos, son estratégicos para sustentar la toma de decisiones basada en evidencia [23].

Por un lado, las tareas de integración de plataformas tecnológicas demandan un dominio de competencias técnicas o habilidades duras sobre cada una de ellas, es decir tanto de la tecnología de Big Data como de los sistemas de TICs.

Por otro lado, algunos autores que consideran el ambiente interno de las empresas indican que la relación entre tecnología y habilidades blandas en entornos de big data influyen positivamente en la adopción de nuevas tecnologías [24].

Este trabajo hará foco en los servicios de comunicaciones como la telefonía, video y colaboración. Los datos se obtienen de los registros generados por servidores de comunicaciones de infraestructura Cisco CUCM (Cisco Unified Communication Manager).

Top 4 Enterprise PBX and UC Voice Equipment Vendors by Global Revenue Share in 3Q14



© Infonetics Research, Enterprise Unified Communications and Voice Equipment: Quarterly Market Share, Size, and Forecasts: November 2014

Figura 2: Proveedores de plataformas UC corporativas

Fuente: Infonetics Research, 2014.

La figura 2 detalla la distribución de mercado de los distintos proveedores de plataformas de comunicaciones unificadas, conocida por sus siglas en inglés como UC (unified communications).

Plataforma Tecnológica

La plataforma tecnológica de Big Data seleccionada para este trabajo es el conjunto ELK (Elasticsearch-Logstash-Kibana) dada su versatilidad y sus características.

Elasticsearch actúa como repositorio de información que almacena los documentos que indexa. No requiere de un esquema predefinido, ya que la misma colección de documentos puede contener una estructura distinta. Esto lo hace flexible y escalable para manipular datos de gran volumen.

Una de sus ventajas es la capacidad de responder a consultas en tiempo real. Se puede

desplegar sobre un conjunto de máquinas que aporta redundancia y comparte el trabajo de las consultas, aunque en este caso se utilizó una estructura de nodo único.

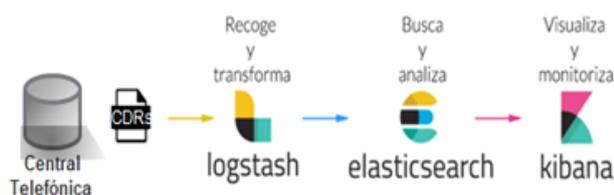


Figura 3: Plataforma tecnológica empleada
Fuente: Elasticsearch B.V

Es una solución conformada por tres componentes de donde deriva su acrónimo ELK. (Elasticsearch, Logstash y Kibana), como se ve en la figura 3.

Logstash: es el pre-procesamiento, recoge los datos y los procesa antes de almacenarlos en sus bases. Requiere Java Virtual Machine y corre sobre distintos sistemas operativos.

Elasticsearch: es una base de datos distribuida. Distribuye información y procesamiento en todos los nodos y tiene alta disponibilidad.

Kibana: es la herramienta de presentación, donde se genera la visualización de la información con filtros y tableros de comando. Los tres componentes definen un conjunto de herramientas de código abierto que se combinan para crear una herramienta de administración de registros permitiendo la monitorización, consolidación y análisis de archivos de texto en múltiples servidores. Permite solucionar tres inconvenientes: falta de consistencia (múltiples dispositivos con formatos distintos); formato de tiempo (cada log puede disponer de una referencia temporal distinta), descentralización (cuando los archivos están distribuidos en múltiples rutas). Elasticsearch es un motor de búsqueda basado en Lucene. Dispone de una interfaz de programación de aplicaciones API (Application Programmable Interface) de código abierto para recuperación de información distribuida bajo la licencia de software de Apache desarrollada en Java. Provee un motor de búsqueda de texto completo, distribuido y con capacidad de procesamiento paralelo con

una interfaz web RESTful. Su interfaz web HTTP y documentos JSON, permiten interactuar de forma sencilla con su núcleo y realizar búsquedas de texto completo.

Entre sus características se destacan el procesamiento de datos en tiempo real, funciones de búsqueda con diversos complementos que hace más amigable el análisis y sistema distribuido para procesamiento en paralelo.

Uno de los motivos que llevaron a su adopción son: funcionalidades con bajo costo técnico, disponibilidad de optimización y escalabilidad.

Entre sus desventajas se puede citar la dificultad para la configuración del Logstash en la indexación de datos que sólo soporta documentos de formato JSON. Esto la limita ya que no admite CSV o XML.

El presente trabajo utilizó ELK versión 7.10.0 corriendo Windows 10 JVM versión 8.0 sobre un nodo único.

Desarrollo del trabajo

El desarrollo del trabajo se estructura en cinco instancias de ejecución secuencial.

En la primera etapa se realizaron las tareas de relevamiento de infraestructura de red, el detalle del direccionamiento IP y la arquitectura del sistema de comunicaciones para conocer la fuente de datos.

En la segunda etapa se obtienen los registros CDR, se identifican los parámetros relevantes y se elabora un diccionario de datos para la correcta interpretación de los datos.

La tercera etapa fue la indexación de la base de datos. A cada campo seleccionado del CDR se le asigna un tipo de parámetro específico para que el motor de búsqueda pueda procesarlo pasando de archivo de texto a documento Json. La etapa cuatro ejecuta el proceso ETL. Se elabora un archivo de texto a partir del cual se configura el módulo Logstash para la ingesta de datos dentro de la base correspondiente.

En la última etapa se realizan las búsquedas de acuerdo a las variables a medir de forma que con Kibana pueda consolidar los indicadores en un tablero de control para su presentación.

Contextualización de la fuente de datos.

Para alcanzar los objetivos propuestos se utilizó como fuente de datos registros CDRs, generados por los sistemas de comunicaciones de una organización con más de dos millones de clientes dedicada al servicio masivo. Está compuesta por miles empleados con cientos de sucursales a lo largo del territorio nacional. Dado la extensa normativa que regula sus productos, su estrategia de competencia se focaliza en la diferenciación a partir de la calidad de atención al cliente, lo que potencia el valor del presente trabajo.

Dentro del proceso de vinculación fueron necesarias distintas sesiones de trabajo entre ambos equipos de trabajo, del lado de la universidad y del lado de la empresa. Las mismas se enfocaron en descubrir detalles de la infraestructura y aspectos funcionales de los servicios referidos entre los que se citan:

- la arquitectura funcional de los sistemas que son fuentes de datos,
- el plan de direccionamiento IP de los segmentos de red LAN, MAN y WAN,
- el plan de numeración del servicio telefónico y su interconexión con prestadores,
- la estructura de los diferentes modelos de atención al cliente a estudiar.

Estas actividades fueron clave para la adecuada contextualización de los datos y su correspondiente interpretación.

Diccionario de datos

El diccionario de datos sirve para dar significado a cada campo del registro.

Table 1. Ejemplos de parámetros en CDR

<i>Parámetro</i>	<i>Significado</i>
CallingPartyNumber	Call origin number
CalledPartyNumber	Call destination number
Duration	Duration Time (sec)
lastRedirectDn	Last transferred number
origDeviceName	Id source device
destDeviceName	Id target device
origIpv4v6	Source IP address
destIpv4v6	Destination IP address

Estos archivos se generan cada vez que se realiza o recibe una llamada. Su ciclo de vida inicia con la generación de una llamada y se actualiza con los eventos que ocurren durante la misma (duración, final, transferencia, etc). Los registros presentan distintos formatos acordes a la tecnología empleada por el operador, como se muestra en la tabla 1.

Estos datos pueden ser utilizados para los procesos de carga, liquidación, facturación, eficiencia de la red, detección de fraude, servicios de valor agregado, inteligencia de negocios, etc. Adicionalmente contribuyen a mejorar servicios y procesos existentes en distintas áreas [25].

Indexación de la base de datos

Para generar la base de datos es preciso crear un índice en Kibana. Se definen los campos necesarios para dar formato a la estructura de datos que se espera recibir. Esto se ejecuta en el apartado DevTools con una petición PUT. La figura 4 muestra parte del archivo utilizado:

```
PUT /cdr2020DBv2 {
  "mappings": {
    "properties": {
      "cdrRecordType":{"type":"integer"},
      "globalCallID_callManagerId":{"type":"integer"},
      "globalCallID_callId":{"type":"integer"},
      "origLegCallIdentifier":{"type":"integer"},
      "dateTimeOrigination" : {"type":"date"},
      /se utiliza tipo entero porque de acuerdo al
      diccionario de datos la fecha y hora están en formato
      UNIX (cantidad de segundos transcurridos desde 01/01/1970)
      "dateTimeOrigination_formatted" : {"type":"date"},
      /se realiza la transformación del campo a partir
      del tipo de archivo .conf del proceso ETL.
      "dateTimeConnect_formatted" : {"type":"date"}
      "origNodeId" : {"type":"integer"},
      "origSpan" : {"type":"integer"},
      "origIdAddr" : {"type":"integer"},
      "origIpv4v6Addr" : {"type":"ip"},
      /se utiliza tipo IP, en lugar del tipo entero ya
      que Kibana permite discriminar rangos de IP.
      "destIpv4v6Addr":{"type":"ip"},
      "callingPartyNumber" : {"type":"integer"},
      "callingPartyNumberPartition" : {"type":"text"},
      /se utiliza tipo texto porque es el formato en que
      se espera recibir el nombre origen de llamada.
      "origNodeId":{"type":"integer"},
      "callingPartyUnicodeLoginUserID":{"type":"text"},
      "origCause_location":{"type":"integer"},
      "dateTimeImport":{"type":"date"},
      "origCause_value":{"type":"integer"},
      "origMediaPrecedenceLevel":{"type":"integer"},
      "origMediaTransportAddress_IP" : {"type":"integer"},
    }
  }
}
```

Figura 4: Indexación de la base de datos

Fuente: Elaboración propia

Proceso ETL

El proceso ETL (Extract, Transform and Load) es el proceso de toma de datos, la adaptación de sus campos y tipos, y la carga de datos a la base. Esto se realiza configurando el logstash con el archivo que se ilustra en la figura 5. Se identifican claramente tres instancias. La primera es la entrada (input), que consiste en indicar la ruta del archivo de donde se extraen los datos. El siguiente paso es el filtro (filter) donde se listan todos los campos que contendrá en formato separado por comas. En el caso particular de las fechas, se pueden convertir los datos que se reciben en formato UNIX a un tipo dato. Por último, se tiene la salida (output) que indica el nombre del índice donde quedarán cargados los datos. El agregado del comando "stdout" habilita la opción para observar la carga en pantalla.

```
input {file {
  path => "C:/Users/unlam/CDR2020.txt"
  start_position => "beginning"
}}
filter {csv {columns => ["cdrRecordType",
"globalCallID_callManagerId",
"origLegCallIdentifier",
"dateTimeOrigination",".....",
"origVideoCap_resolution_Channel2"]}
date {match => ["dateTimeOrigination","UNIX"]}
target => ["dateTimeOrigination_formatte"}
date {match => ["dateTimeConnect", "UNIX"]}
target => ["dateTimeConnect_formatted"}
date {match => ["dateTimeOrigination","UNIX"]}
target => ["dateTimeOrigination_formatte"}
date {match => ["dateTimeConnect", "UNIX"]}
target => ["dateTimeConnect_formatted"} }
output {stdout {}
  elasticsearch {index => "cdr2020DBv2"} }
```

Figura 5: Proceso ETL
Fuente: Elaboración propia

Definición de indicadores

A partir de las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones [26] se definen los indicadores más relevantes para la medición de las variables:

International outgoing traffic: Tráfico saliente a destino internacional
Outgoing Mobile Traffic: Tráfico saliente a celulares

Outgoing Long-Distance Traffic: Tráfico saliente a destino Nacional

Donde el tráfico es la cantidad de llamadas por unidad de tiempo.

Duración: es la cantidad de tiempo que transcurre durante la interacción total.

Resultados Obtenidos

El parámetro finalCalledPartyNumber se utilizó para clasificar el tráfico de voz según las categorías destino: Locales, Nacionales, Emergencia, Internacionales y Celulares. Esto permite registrar la distribución del tráfico telefónico y el costo operativo del servicio de los proveedores de la PSTN. El filtro se aplicó a diferentes períodos para evidenciar los cambios provocados por las restricciones generadas por la pandemia. La figura 6 compara los datos correspondientes a los períodos prepandemia (Nov/Dic 2019) y período durante la pandemia (Nov/Dic 2020)

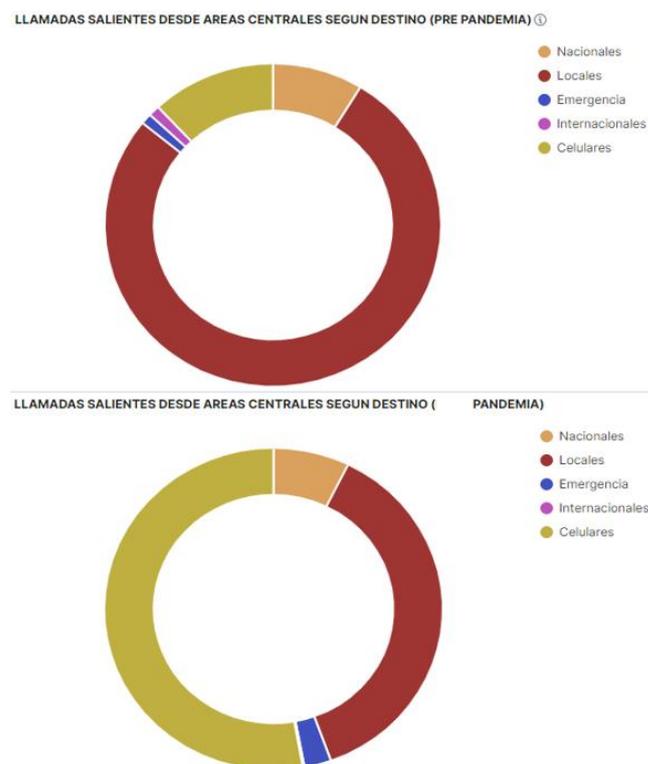


Figura 6: Distribución del tráfico saliente
Fuente: Elaboración propia

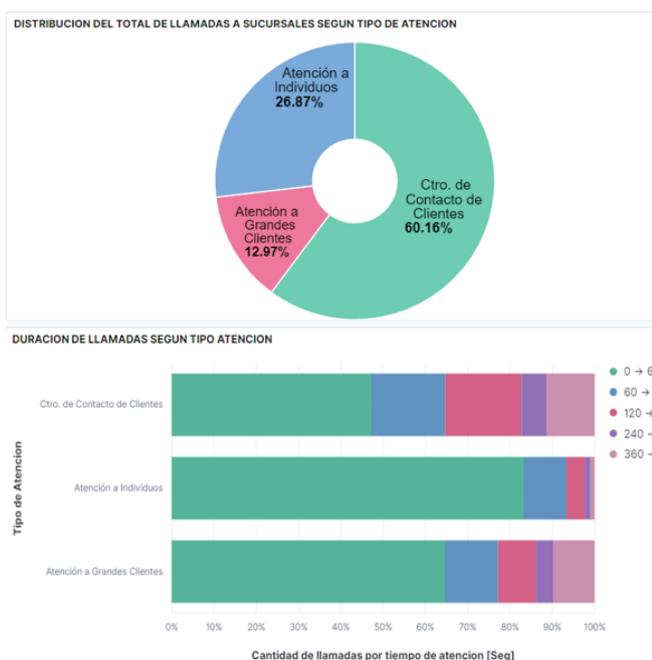


Figura 7: Indicadores de atención al cliente
Fuente: Elaboración propia

Se utilizaron 2 gráficos para construir el tablero que mide el nivel de calidad de atención al cliente y se muestra en la figura 7. El gráfico superior tiene la distribución de llamadas entrantes clasificadas por tipo de atención. La atención se conforma en tres grupos: centro contacto con clientes, atención a individuos y grandes clientes. El gráfico inferior detalla la duración de las llamadas en grupos segmentados por minuto.

Respecto a las habilidades genéricas transversales puestas de manifiesto, fundamentalmente en las etapas 1, 2 y 5 del proyecto se relevaron la capacidad de indagación, pensamiento crítico, organización del tiempo y comunicación efectiva.

Conclusiones

El trabajo permitió valorar la experiencia de enseñanza de la ingeniería a través de la participación de estudiantes en un proyecto concretos de articulación academia-empresa, donde la industria aportó contexto productivo y especialistas técnicos y de negocio.

Respecto a los datos de tráfico del servicio de telefonía, comparando los mismos meses de 2019 (preCovid-19) frente al último 2020 (durante Covid-19) se observa un incremento del 320% para la categoría destino Celulares y una reducción del 50% de la categoría destino Locales. Esto refleja la forma en que afectaron los cambios impuestos por las restricciones de la pandemia, que redujo la concurrencia de personal a las sucursales a cambio de utilizar teléfonos celulares.

En el tablero de atención del cliente se observa que los llamados atendidos por el centro de contacto (CC) representan un 60% del total de llamadas a sucursales. El tráfico restante se distribuye en dos tercios para el sector individuos y uno a grandes empresas.

En el CC el 45% de las llamadas duran menos de 1 minuto. El personal del CC adapta su disponibilidad de recursos a niveles de productividad predefinidos.

Comparando las llamadas respondidas por oficiales en sucursal con duración mayor a 5 minutos, se observa que grandes empresas tienen un 10% del total, mientras que individuos es sólo 1%.

En este proceso de vinculación con el ambiente productivo se comprobó que, si bien requirió de competencias técnicas, puso de manifiesto la necesidad de competencias genéricas para las tareas de interpretación de los datos. Se comprobó capacidad de indagación para adecuada interpretación de la fuente de datos y de la arquitectura de servicios.

Desde el punto de vista de los estudiantes, el análisis de esta experiencia permitió identificar como ventaja, la aplicación de los conocimientos técnicos en ambientes profesionales y el reconocimiento de las habilidades blandas como factores críticos de éxito dentro del proyecto.

Estas últimas resultaron clave particularmente en la etapa de contextualización de datos.

Como futuros trabajos se propone el estudio de metodologías de evaluación de competencias en proyectos de vinculación. Esto constituye un insumo importante para la valoración del desarrollo de habilidades blandas en entornos de integración de plataformas tecnológicas.

Bibliografía

- [1] K. Regunath. *Real-Time intrusion detection system for Big Data*. International Journal of Peer to Peer Networks (IJP2P), vol. VIII, n° 1, 2017. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s11227-015-1615-5>
- [2] J. Manyika. *Big Data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*,” McKinsey Global Institute, 2011.
- [3] J. Routledge. *Critical questions for Big data*. Cambridge: Danah Boyd & Kate Crawford. 2013 Disponible en <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/1369118X.2012.678878>
- [4] S. Mutula. *Big Data Industry: Implication for the library and information sciences*. 2016. African Journal of Library Archives and Information Science, 26(2), 93–96. Disponible <https://www.ajol.info/index.php/ajla/article/view/167425>
- [5] A. McAfee y E. Brynjolfsson, “*Big Data: the management revolution*”, 2012 Editorial HBR, Harvard Business Review, vol. 90, n°10, p. 61- 68.
- [6] Y. Demchenko. “*Defining the Big Data Architecture Framework*”. 2013. University of Amsterdam, disponible en: http://bigdatawg.nist.gov/uploadfiles/M0055_v1_7606723276.pdf
- [7] M. Turck. *Firing on All Cylinders: The 2017 Big Data Landscape*. 2020. Disponible en <http://mattturck.com/bigdata2020/>
- [8] Y. Riahi, & S. Riahi. “*Big Data and Big Data Analytics: Concepts, Types and Technologies*”. International Journal of Research and Engineering, IJRE | Vol. 5 No. 9, pág 525. 2018
- [9] S. Soares, 2012. *Big Data Matchmaker*. Five Data Types You Need To Explore Today. Disponible en <https://www.dataversity.net/not-your-type-big-data-matchmaker-on-five-data-types-you-need-to-explore-today/>
- [10] M. Machado. *Applications of Big Data for Development*. 2016 Disponible en <https://www.engineeringforchange.org/news/applications-of-big-data-for-development/>
- [11] Elagib, Hashim & Olanrewaju. “*CDR Analysis using Big Data Technology*”. 2016. Publicado por International Conference on Computing, Control, Networking, Electronics and Embedded Systems Engineering. Disponible en <https://ieeexplore.ieee.org/document/7381414>
- [12] J. Morato, S., Sanchez- Cuadrado, & Fernández Bajón. 2016. *Trends in the technological profile of information professionals*. El Profesional de La Información, 25(2),169-178. Disponible en: <https://doi.org/10.3145/epi.2016.mar.03>
- [13] C. Dobre y F. Xhafa. *Parallel programming paradigms and frameworks in Big Data Era*. 2014. International Journal of Parallel Programming. 42(5), 710-738. <https://doi.org/10.1007/s10766-013-0272-7>
- [14] M. Pratt. “*Hottest Tech Skills for 2016*”. Computer World, (diciembre 2015), 29–34. Disponible en <http://bit.ly/2oPyDeD>
- [15] J. Monroy Osorio y Marian Villa. “*Uso de las plataformas de big data como herramienta en inteligencia de negocio*”. 2017. 5-6. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/340173523_Uso_de_plataformas_de_Big_Data_como_herramienta_en_inteligencia_de_negocio
- [16] Carrer Space. *Perfiles de capacidades profesionales genéricas de TIC. Capacidades profesionales futuras para el mundo del*

mañana. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. Luxemburgo, 2001. Disponible en <http://www.carrer-space.com>

[17] Intellignos. *Situación de Big Data Analytics en Latam*. 2016. Intellignos Big Data Analytics & Digital Marketing en Latinoamérica. Junio 2016.

[18] IDC. “*En América Latina habrá un incremento del 129% en gasto de Big Data y analítica*”. 2018. Entrevista a Oliver Aguilar, Disponible en <https://inversorlatam.com/big-data-habra-un-129-de-aumento-de-gasto-en-america-latina/>

[19] F. Barletta, M. Pereira, V. Robert y G. Yoguel (2013), “*Argentina: dinámica reciente del sector de software y servicios informáticos*”. Revista cepal, N° 110, agosto. Disponible en <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/11618>

[20] R. Barranco: “¿Qué es big data?”. IBM, México [citado 15 marzo, 2021]. Disponible en: <http://www.ibm.com/developerworks/ssa/local/im/que-es-big-data/>

[21] F. Malvicino y G. Yoguel. “Big Data. Avances recientes a nivel internacional y perspectivas para el desarrollo local. 2016. CIECTI (Centro interdisciplinario de estudios en ciencia, tecnología e innovación). Disponible en <http://www.ciecti.org.ar/wpcontent/uploads/2017/07/DT3-BigData-avances-y-perspectivas-de-desarrollo-local.pdf>

[22] V. Garousi. Incorporating real-world industrial testing projects in software testing courses: opportunities, challenges, and lessons learned. En Software Engineering Education and Training (CSEE&T 2011), 24th IEEE-CS Conference on, pp. 396-400. IEEE.

[23] P. Rodríguez, N. Palomino y J. Mondaca. *El uso de datos masivos y sus técnicas analíticas para el diseño e implementación de políticas públicas en Latinoamérica y el Caribe*. BID. Sector de Conocimiento y Aprendizaje. 2017

[24] Caputo, F., Cillo, V., Candelo, E., & Liu, Y. (2019). Innovating through digital revolution: The role of soft skills and Big Data in increasing firm performance. *Management Decision*, 57(8), 2032–2051.

[25] D. Agrawal, P. Bernstein, E. Bertino, S. Davidson y U. Dayal, "Challenges and Opportunities with Big Data". USA, CYBER CENTER TECHNICAL REPORTS, 2011, <http://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=cctech>

[26] ITU. List of indicators included in the World Telecommunication/ICT Indicators database, December 2016. International Union of Telecommunications. Disponible en https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/statistics/2016/WTID_2016_ListOfIndicators.pdf

Experiencias Docentes/Innovaciones Curriculares

FACULTAD DE INFORMÁTICA - UNLP



Aprender a Programar en Tiempos de Pandemia. Una experiencia con Docentes de Nivel Primario

Martín Goin¹ Edith Lovos¹ Cecilia Sanz²

¹Universidad Nacional de Río Negro, Sede Atlántica, CIEDIS

²Investigador asociado de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI), Facultad de Informática, Universidad Nacional de la Plata

{mgoin,elovos}@unrn.edu.ar, csanz@lidi.info.unlp.edu.ar

Resumen

En este trabajo, se presenta una experiencia de formación docente de nivel primario vinculada al desarrollo del pensamiento computacional en tiempos de pandemia. Se describe la metodología implementada, así como también se discuten los resultados alcanzados a partir de un cuestionario aplicado a los docentes participantes. La experiencia aborda el aprendizaje de la programación a través de un lenguaje visual como Scratch. Se obtuvieron resultados positivos en cuanto a la propuesta en general, posibilidades de transferencia a las prácticas docentes de los participantes, y se identificaron pistas para la mejora en su próxima edición.

Palabras Clave: Formación Docente, Pensamiento Computacional, Programación, Scratch

Marco Conceptual

En Argentina, a partir de la Resolución 263/15 [1] del Consejo Federal de Educación (CFE) se establecen como obligatorias las áreas de programación y robótica en la escolaridad obligatoria. A partir de allí, diferentes iniciativas y programas [2,3,4] buscan avanzar en la formación docente sobre pensamiento computacional a través del aprendizaje de estas áreas, con la intención de que puedan ser utilizadas como una herramienta en la práctica docente. Martínez y Echeveste [5], consideran

en relación a la enseñanza de la programación que implica modos de pensar que ponen en valor la creatividad, el aprender-haciendo y el trabajo colectivo, todas éstas, son habilidades que se demandan en un mundo cada vez más digitalizado. La escuela no es la excepción sino por el contrario. En contextos como el de nuestro país, donde la educación primaria es obligatoria, la programación y el desarrollo del pensamiento computacional puede ser una herramienta de inclusión y transformación.

Pensamiento Computacional

La definición de pensamiento computacional (PC) se asocia principalmente a la expresada por Jeannette Wing [6], quien lo considera una forma de pensar que no es exclusiva de los profesionales de las sobre la enseñanza de la programación Ciencias de la Computación, sino que por el contrario puede ser desarrollada por cualquier persona para su beneficio, igualándola, en este sentido a las habilidades de lectura y escritura. En una revisión bibliográfica reciente [7], se destaca que en las investigaciones sobre el tema se recurre a la programación y robótica para el desarrollo del PC. Esto se debe, como sostiene Zapata Ros [8], al hecho de poner en práctica habilidades y técnicas, relacionadas con la disciplina Informática, y que posibilitan resolver problemas, diseñar algoritmos y convertirlos en programas. Además, comprender las conductas y actividades humanas es un camino para apoyar el desarrollo del pensamiento computacional. En este sentido, no solo es

importante avanzar en la formación del docente sobre el tema, sino también en estrategias didácticas que les permitan enseñarlo en sus prácticas docentes [9].

Programación en Modo Visual y como Juego

Para la enseñanza y el aprendizaje de la programación existen diferentes metodologías, estrategias, lenguajes de programación y herramientas. En relación a los lenguajes, están aquellos que permiten implementar un programa usando elementos gráficos y no solo texto, y se los conoce como lenguajes visuales. Para hacer uso de ellos, se han desarrollado lenguajes y herramientas como el caso de Scratch¹, o Alice², que proporcionan una interfaz de edición intuitiva y fácil de usar. Estas pueden ser incluidas en diferentes propuestas pedagógicas con independencia de la edad de los destinatarios, y entre sus beneficios destacan: el aprendizaje efectivo, la mejora del proceso y el aumento de la motivación [10,12,13,14,15].

En el caso de Scratch, fue creado por un equipo de investigadores dirigidos por Mitch Resnick en el MIT [11], permitiendo a través de bloques crear historias interactivas, juegos, animaciones, así como también formar parte de una comunidad de usuarios de la herramienta y compartir con otros las propias producciones. En relación a la integración de Scratch en propuestas didácticas con niños de nivel primario, diferentes experiencias [12,13,14,15] señalan que puede potenciar el aprendizaje significativo de temas vinculados a matemáticas, comunicación, y el aprendizaje de otras lenguas.

Descripción de la Experiencia

La experiencia de formación docente que se presenta en este trabajo se enmarca en el proyecto de extensión (PE) “Juegos Analógicos para el Aprendizaje de Algoritmos en el Nivel Primario”, acreditado y financiado

por la UNRN, y que se ejecutaría entre 2019 y 2020. Entre sus objetivos están:

- diseño y elaboración de un juego de mesa que incluye un tablero, fichas y cartas y donde sus reglas, mecánicas y desafíos, permiten el desarrollo del pensamiento algorítmico. El juego se enfoca en los estudiantes de los últimos grados (6to y 7mo) de la escuela primaria de la Sede Andina de la UNRN.
- presentación y puesta a prueba del juego con los docentes de las escuelas que participan del proyecto.
- acompañamiento a los docentes en el diseño de una propuesta didáctica que les permita integrar el juego en sus prácticas docentes.

Llevar adelante la prueba del juego, requiere en gran medida de interacción en forma presencial, en este sentido y producto de las restricciones impuestas por el Covid-19, se tuvo que re-adequar y se diseñó un curso virtual sobre aprendizaje de programación usando Scratch, destinado a docentes del Nivel Primario con pertenencia al territorio de la Sede Andina. El mismo se trabajó en formato taller siguiendo la idea de aprender-haciendo con otros (pares y docentes). Se planificó para llevarlo adelante, desde Agosto a Noviembre del 2020, con una carga horaria total de 60 horas, con un cupo de 35 participantes y dos docentes a cargo.

La convocatoria al curso, se realizó vía mail a cada una de las instituciones escolares de San Carlos de Bariloche y la zona, y la intención de participación superó el cupo establecido.

El curso contó con un aula virtual dentro del campus de la UNRN, e incluyó actividades asincrónicas y sincrónicas, a través de las cuales se abordaron los siguientes temas: conceptos básicos de informática y

¹ <https://scratch.mit.edu/>

² <https://www.alice.org/>

programación, instalación de Scratch, entorno gráfico, comandos de: movimiento, apariencia y sonido, eventos, estructuras de control de decisión y repetición, uso de variables, comandos para sensores, operadores lógicos, matemáticos y relacionales, y generación de números al azar. Al mismo tiempo, se trabajó con extensiones de bloques para: crear música, dibujar, poner texto en voz y traducción de un lenguaje a otro.

Para la acreditación y certificación del curso se requirió: el desarrollo de dos actividades prácticas individuales (API) y una grupal (APG), donde los participantes tenían la libertad de organizarse grupalmente con la condición de 2 integrantes por equipo. Las consignas de éstas buscaron por una parte poner en práctica los contenidos trabajados, pero se dio libertad para la selección del área/tema de aplicación por parte de los participantes. Para la actividad grupal se solicitó que la realizaran directamente sobre la plataforma Scratch, y la consigna incluyó una pequeña guía sobre cómo llevar adelante el trabajo en grupo teniendo en cuenta, que la edición del proyecto usando Scratch no permite la edición compartida.

Para esta última actividad se desarrollaron principalmente juegos: para trabajar lecto - escritura con niños de primer grado, para abordar ritmos en el área de música, fracciones y multiplicaciones con niños del primer ciclo, y articulación entre Ciencias Naturales y Lengua Inglesa destinado a niños del último ciclo. También se trabajó sobre ecuaciones de primer grado.

Resultados

Iniciaron el curso 35 participantes, que llevan adelante su práctica docente en establecimientos de nivel primario de San Carlos de Bariloche, 17 de ellos finalizaron el curso. En la tabla 1, se presenta un detalle de las actividades prácticas propuestas y la cantidad de docentes que participaron en éstas.

Tabla 1. Detalle de actividades prácticas. Fuente: elaboración propia

Actividad	Detalle	Participantes	Fecha de entrega
API-1	Uso de bloques de movimientos, apariencia, sonido, eventos, de texto a voz	18	4/10
API-2	Ídem al anterior + Bloques de Control, Operadores y Variables	13	8/11
APG	Ídem al anterior + sensores y otros bloques de extensión (música, traducción, lápiz)	11	30/11

Al finalizar el curso, se instrumentó un cuestionario ad-hoc con intención de conocer las percepciones de los participantes respecto a su experiencia. El cuestionario fue respondido por 11 participantes y permitió obtener información mayormente de tipo cuantitativa, y algunos aspectos cualitativos. El cuestionario se implementó a través de los recursos provistos por Google Drive, y se compuso de preguntas cerradas y abiertas sobre: la organización del curso, actividades prácticas propuestas, Scratch, la labor tutorial y aspectos generales.

En el eje aspectos generales, se les consultó respecto al tipo de establecimiento donde llevan adelante su labor profesional, aquí mayormente las respuestas corresponden a escuelas públicas 82,8% y solo el 17,2% lo hace en escuelas privadas. En relación al género, el 82,8% son mujeres, mientras que el 17,2% son varones, esta situación se observa también en otras experiencias similares [16]. Consultados, respecto a si contaban con experiencia en programación, el 91% respondió que no, así este curso se convierte en su primer acercamiento al tema.

En relación al eje organización del curso, se preguntó respecto a cómo habían percibido la extensión del curso. Las respuestas siguieron

una escala de Likert de 5 puntos, donde 1 corresponde a Nada Extenso y 5 a Muy Extenso. Aquí, el 72,7% de los encuestados percibió una extensión normal, el 18,2% consideró que el curso era extenso y el 9,1% considera que era poco extenso. Se puede inferir a partir de estos datos, que los tiempos del curso no fueron percibidos como una carga.

A continuación se presentan algunos resultados obtenidos en relación a cómo percibieron los encuestados, a partir de una escala Likert de 5 puntos, donde 1 corresponde a Muy Adecuado y 5 a Nada Adecuado, los siguientes componentes del curso: materiales de lectura, encuentros sincrónicos, videos, las actividades prácticas propuestas, la devolución que los docentes realizaron sobre las mismas, el nivel de exigencia y de expectativa alcanzado respecto al curso.

En el gráfico 1, se presentan los resultados, sobre los materiales de lecturas, encuentros sincrónicos y videos. Aquí se puede observar que la percepción ha sido positiva, destacándose los videos, y los encuentros sincrónicos, aun así, nos invita a revisar los contenidos y formatos de los materiales de lectura de manera que puedan ser más adecuados a los perfiles de participantes noveles.

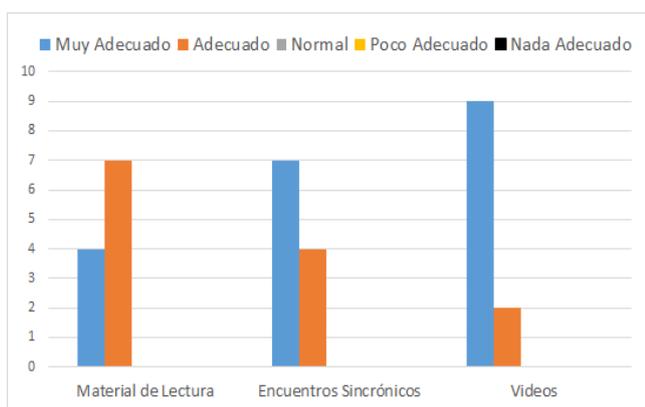


Gráfico 1: Evaluación de los recursos

En relación a las consignas de las actividades prácticas, los tiempos establecidos para su desarrollo y entrega, y las devoluciones realizadas por los docentes, se obtuvieron los resultados que se presentan en el gráfico 2. Los resultados son mayormente positivos, solo en

el caso de valoración de las consignas, el 9,09% las consideró poco adecuadas, sobre este punto una hipótesis puede estar asociada al hecho que los ejemplos trabajados en el curso tuvieron un sesgo matemático.

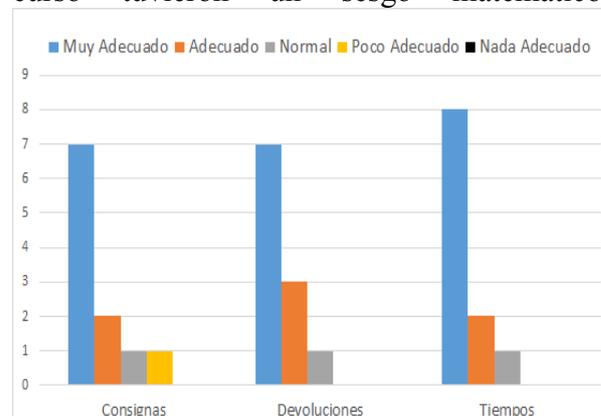


Gráfico 2: Actividades propuestas.

En relación a la actividad grupal (APG), solo pudo ser llevada adelante por dos integrantes conformando un equipo, el resto de los participantes entregó la actividad en forma individual. Sobre este punto, existen 3 hipótesis: una vinculada al hecho que la plataforma Scratch no permite la edición compartida. Otra, se relaciona con la estrategia de conformación de los grupos, sería interesante realizar otra experiencia donde los grupos sean organizados por el equipo docente. Y la última se vincula con la comunicación entre los participantes. Sobre este punto, se les preguntó sobre cómo había resultado la comunicación con sus compañeros, el 54,55% consideró que fue efectiva, el 36,36% que fue regular y el resto que fue mala. En este sentido, resulta interesante reflexionar en el ejercicio de la docencia en nivel primario, previo a la situación de pandemia, donde es habitual que en un curso solo trabaje en un mismo espacio curricular un único docente y donde como se señala en [18], las actividades de colaboración se dificultan por cuestiones asociadas al tiempo y/o están ligadas a situaciones específicas como por ejemplo la inclusión de niños con necesidades especiales, pero no a la cotidianidad de la práctica docente en el aula. Asimismo, en actividades de formación continua como talleres o jornadas, es común que los docentes trabajen en equipo, pero para

que la práctica de la colaboración se haga efectiva en el aula es necesario contar con el acompañamiento directivo, y las herramientas necesarias para llevarlo adelante [19].

En relación al único equipo conformado, ambos docentes comparten el mismo establecimiento educativo, e inicialmente decidieron trabajar en forma presencial, pero luego y a partir de un caso cercano de Covid-19, finalizaron la actividad usando recursos del tipo videoconferencia. Esta situación de necesidad de un espacio físico/temporal común para llevar adelante una actividad colaborativa, es una situación que pudimos observar en otros espacios de formación docente de nivel primario en el contexto de la UNRN [20]. En el caso puntual de esta experiencia, la situación de riesgo de contagio que se generó en el grupo, fue el disparador para experimentar otra alternativa.

Respecto a cómo percibieron los encuestados, el nivel de exigencia del curso y el nivel de expectativa alcanzado, los resultados se presentan en el gráfico 3. Se puede inferir que los requerimientos establecidos han sido percibidos en forma positiva, alcanzando un nivel de expectativa alto.

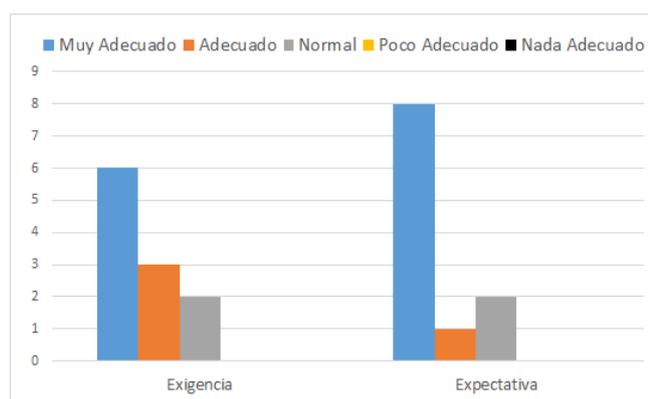


Gráfico 3: Nivel de exigencia y expectativa

Consultado sobre las posibilidades concretas de aplicar Scratch en sus prácticas docentes, el 72,7% consideró que percibían altas posibilidades y el resto pocas posibilidades.

Sobre los aspectos positivos y negativos del curso, se destacaron en relación a los primeros, la motivación percibida al poner a prueba sus producciones, en palabras de un estudiante *“pensar alternativas, a tomar con conocimiento de lo que estaba haciendo.”*. Asimismo, otro estudiante sobre la inclusión de aspectos lúdicos señaló: *“poder construir recursos para llevar al aula de manera divertida y dinámica”*. En cuanto a los aspectos negativos, algunos participantes indicaron el sesgo matemático que presentaron las actividades y ejemplos que se trabajaron en el curso, así como también la época del año en la que se llevó adelante. En relación al sesgo, pudo ser un factor que influyó negativamente en la percepción de las consignas de las actividades prácticas. Respecto al tiempo, el último mes del curso demandó la puesta en práctica del trabajo grupal, coincidiendo con el cierre del ciclo lectivo de nivel primario, y de esta forma podría ser un factor que impactó en la retención de los participantes.

Implicaciones

El contexto de pandemia, llevó a los docentes de todos los niveles a inmersión en un espacio de trabajo que demanda no solo de competencias técnicas sino también de, capacidad de adaptación, de comunicación, de aprender nuevos lenguajes y trabajar en equipo, entre otras. En este escenario, este curso permitió, por una parte re-diseñar una actividad de formación docente planificada con anterioridad a la pandemia, y por otra parte, dio lugar al diseño de otras propuestas didácticas que permitan la producción de contenidos como juegos educativos, usando herramientas de autor que usen programación visual con bloques, el caso de Vedils³, por ejemplo. Asimismo, y en función de las condiciones epidemiológicas de la región, se espera poder avanzar con los objetivos del proyecto de extensión, con el aporte del conocimiento generado a través de esta experiencia.

³ <http://vedils.uca.es/web/index.html>

Los resultados presentados y discutidos más arriba, dan cuenta que la propuesta pedagógica ha sido valorada positivamente por los participantes, e indican posibilidades de incluir la herramienta trabajada en sus prácticas docentes. Sin embargo, y en relación a la forma de trabajo en equipo propuesta, aun cuando la misma no ha sido experimentada por todos los participantes, consideramos que puede ser un aporte para trabajar competencias del siglo XXI, entendiendo que para que éstas puedan ser desarrolladas por los niños y niñas de nivel primario, sus docentes deben poseerlas y creer en su valor [17].

Por último, es importante revisar las áreas curriculares que se trabajaron en las actividades prácticas y/o en los ejemplos presentados, de manera que permitan recuperar temas y/o saberes de otras disciplinas distintas a matemáticas, de manera de pensar en el pensamiento computacional como una habilidad genérica [7].

Agradecimientos

Al proyecto de investigación acreditado y financiado por la UNRN: “Juegos educativos móviles con realidad aumentada. Aspectos de diseño, desarrollo e integración en escenarios educativos” (PI-UNRN-40C-750), que se lleva adelante en la unidad ejecutora CIEDIS.

Bibliografía

[1] Resolución CFE N° 343 /18. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/res_cfe_343_18_0.pdf

[2] Program.AR . Fundación Sadosky. <https://program.ar/>

[3] Aprender Conectados. <https://www.educ.ar/recursos/132344/aprender-conectados-educacion-digital-programacion-y-robotic>

[4] Fundación Telefónica. <https://www.fundaciontelefonica.com.ar/cultura-radigital>

[5] Martínez, Cecilia & Echeveste, María Emilia. (2018). Cuadernos para la enseñanza: Aprender a programar para integrar(nos). Instituto de Capacitación e Investigación de los Educadores de Córdoba.

[6] Wing, J. M. (2006). “Computational Thinking”. *Communications of the ACO*. Vol. 49, No. 3

[7] Jiménez, C. S. H., & Albo, M. V. (2021). Pensamiento computacional como una habilidad genérica: una revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(1), 1055-1078

[8] Zapata-Ros, M. (2018). Pensamiento computacional. Una tercera competencia clave. El pensamiento computacional como una nueva alfabetización en las culturas digitales. Murcia: Universidad de Murcia, 4-87.

[9] Olabe, X. B., Basogain, M. Á. O., & Basogain, J. C. O. (2015). Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. *Revista de educación a distancia (RED)*, (46).

[10] Tejera-Martínez, F., Aguilera, D., & Vélchez-González, J. M. (2020). Lenguajes de programación y desarrollo de competencias clave. Revisión sistemática. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 22.

[11] Resnick, M. (2007). *Scratch Programming*.

[12] Durango-Warnes, C., & Ravelo-Méndez, R. E. (2020). Beneficios del programa Scratch para potenciar el aprendizaje significativo de las Matemáticas en tercero de primaria. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 12(23).

[13] Janeiro-Torres, E. (2016). *Scratch y videojuegos aplicados a la enseñanza de la geometría*. Tesis de maestría

[14] Dávila Balcázar, B. F., & Maguiña Mallma, M. C. (2015). Scratch como recurso educativo en el logro de los aprendizajes en el área de comunicación de los alumnos del sexto grado de primaria de la Institución Educativa Anna Jarvis, UGEL 06, Vitarte, 2015.

[15] Fernández Reyes, E. B. (2020). La influencia de historietas interactivas elaboradas con scratch para revitalizar la lengua originaria ashánika de los estudiantes del 4° grado de primaria de la institución educativa 65306-AG. Piloto de Atalaya, 2019.

[16] Marcelino, M. J., Pessoa, T., Vieira, C., Salvador, T., & Mendes, A. J. (2018). Learning computational thinking and scratch at distance. *Computers in Human Behavior*, 80, 470-477.

[17] Formación Inicial Docente en Competencias para el Siglo XXI y Pedagogías para la Inclusión en América Latina (2018)

[18] Jiménez, Alicia, C., & Jiménez, Estela, Colaboración Entre Docentes Para Promover El Aprendizaje Del Lenguaje En La Primaria.

[19] Pozner, P. (2001). Hacia culturas colaborativas en la escuela. Cuadernos para directivos escolares. Programa Nacional de Gestión Institucional, (Buenos Aires, Julio).

[20] Lovos, E., Marin, A., Cayuqueo, V. (2021). Práctica Pedagógica y Trabajo en Equipo en Tiempos de Covid-19. Experiencia en una Asignatura sobre Tecnologías En Educación. En VI Congreso Internacional de Educación Inclusiva y Tecnología (2021), UNAD, Colombia.

Consolidación de Conceptos de Programación en Lenguaje Ensamblador a través de la Creación de Juegos y Animaciones Gráficas en el Entorno de Simulación WinMips64

César Estrebow¹ 

Genaro Camele^{1,3} 

Facundo Quiroga¹ 

Horacio Villagarcía Wanza^{1,2} 

¹ *Instituto de Investigación en Informática LIDI, Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata**

² *Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)*

³ *Becario postgrado UNLP*

* *Centro asociado de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Pcia. De Bs. As. (CIC)*

{cesarest, gcamele, fquiroga, hvw}@lidi.info.unlp.edu.ar

Resumen

Este artículo presenta la primera etapa de un proyecto que tiene como objetivo incentivar el aprendizaje de la programación en lenguaje ensamblador a través del desarrollo de juegos dentro de la asignatura Arquitectura de Computadoras de la Facultad de Informática de la UNLP. Actualmente, en la asignatura se utiliza el simulador WinMips64 para visualizar el cauce de ejecución de un procesador MIPS y ejecutar programas en lenguaje ensamblador. En esta primera etapa se agregaron funcionalidades al simulador para habilitar la programación de juegos sencillos. Para facilitar el desarrollo se creó una aplicación que transforma una imagen en una secuencia de datos estructurados que puede ser incrustada en el código y evitar problemas de codificación. Se realizó un ensayo que involucró un grupo reducido de docentes y alumnos para probar las nuevas funciones del simulador y tener una retroalimentación de la experiencia sobre el desarrollo de los juegos. Esta primera experiencia fue positiva para docentes y alumnos, alcanzando resultados satisfactorios respecto de los objetivos planteados. El código fuente con las modificaciones del simulador WinMips64, los ejemplos de los programas implementados y la aplicación de trans-

formación de imágenes se encuentran disponibles de forma libre en Github para uso de la comunidad.

Palabras Clave: Arquitectura de Computadoras, Simulador Mips, Lenguaje Ensamblador, Programación de Juegos

1. Introducción

Según la literatura relacionada con el aprendizaje hay evidencia de los diversos factores que influyen tanto en el proceso de aprendizaje como en el compromiso cognitivo. De acuerdo con lo investigado por varios autores, algunos de estos factores están relacionados con estilos de aprendizajes diferentes, experiencias previas y motivación entre otros. El desarrollo del pensamiento algorítmico que requiere el aprendizaje de un lenguaje de programación hace que los estudiantes deban enfrentar y vencer la dificultad de comprensión de conceptos abstractos, el poco uso de la imaginación, la incapacidad para modelar los problemas y/o la falta de dominio de la lógica para encontrar soluciones. Pero sin duda uno de los obstáculos más importantes y recurrentes es la falta o pérdida de motivación de los mismos estudiantes [5].

La organización y arquitectura de compu-

tadoras tanto como la programación en lenguaje ensamblador forman parte usualmente de los contenidos formativos de las primeras asignaturas de grado de las carreras universitarias de ciencias de la computación. Normalmente, en este punto de la carrera los estudiantes han aprendido los conceptos elementales de la programación en un lenguaje de alto nivel como puede ser Pascal, C, Python o Java. En particular, la programación en lenguaje ensamblador es mucho más difícil de aprender que la de un lenguaje de alto nivel. La pérdida general de abstracción de lo aprendido por el estudiante con los lenguajes de alto nivel, lo trasladan a una situación donde el conocimiento adquirido no resulta de mucha utilidad, produciendo un efecto de frustración y desmotivación. Son muchos los problemas que debe enfrentar y solucionar el estudiante ante esta nueva situación. La naturaleza primitiva de las instrucciones del ensamblador muchas veces requiere de una buena cantidad de éstas para realizar tareas muy simples. Las interfaces de entrada/salida, intrínsecamente poco intuitivas, requieren entender y memorizar su comportamiento exacto para una programación exitosa. Los errores lógicos son muy frecuentes y provocan comportamientos poco predecibles del programa. La depuración de un programa debe hacerse normalmente mediante prueba y error, un proceso que es necesariamente tedioso debido a la naturaleza primitiva de las instrucciones. Estos aspectos de la programación del lenguaje ensamblador muchas veces aburren, abruman y/o desaniman a los estudiantes, desmotivándolos y haciendo aún más difícil el proceso de aprendizaje. Por esto es de fundamental importancia contar con herramientas que permitan aplicar de forma práctica y tangible los conceptos teóricos aprendidos y de esta forma mantener el incentivo que necesita el estudiante para avanzar. Herramientas como simuladores que permiten visualizar la interacción de los subsistemas que componen una computadora a medida que un programa se ejecuta son imprescindibles para asistir al alumno en el proceso de aprendizaje. Muchas veces es difícil encontrar recursos y estrategias para mantener la motivación del estu-

dante y minimizar la carga negativa que conlleva todo lo relacionado a la programación en lenguaje ensamblador.

En este sentido, la programación de juegos ofrece una serie de oportunidades y ventajas para superar el aprendizaje de los lenguajes de bajo nivel y así librar toda esta connotación negativa que los rodea. La idea de programar juegos en cualquier lenguaje de programación motiva no sólo a los alumnos durante el proceso de aprendizaje, sino también a los docentes en el proceso de enseñanza, permitiendo además, desarrollar conocimientos de manera más eficiente [9]. Existen experiencias realizadas en diferentes niveles educativos que avalan esta estrategia. Por ejemplo, en el nivel secundario hay experiencias exitosas de aprendizaje en lenguajes de alto nivel [9, 12]. Lo mismo sucede con la programación de juegos a nivel universitario tanto cuando se realiza en un lenguaje de alto nivel [8] como en lenguaje ensamblador [1, 2, 7]. En particular, en una experiencia realizada con estudiantes que participaron del desarrollo de juegos se obtuvieron resultados muy interesantes [10]. Respecto de los aspectos curriculares los estudiantes reportaron que pasaron más tiempo cursando, aprendiendo algoritmos y conceptos de programación, escribiendo comentarios en el código y mejorando sus habilidades en la resolución de problemas. Respecto de los aspectos extracurriculares reportaron que pasaron más tiempo realizando animaciones y estimulando su creatividad, pero sin duda, lo más importante de destacar fue que todos afirmaron que disfrutaron de la programación.

En este trabajo se presenta la primera parte de un proyecto que tiene como objetivo motivar a los estudiantes universitarios de primer año en la programación en lenguaje ensamblador a través del desarrollo de un juego simple. Este hilo conductor, especialmente motivador, tiene el potencial para afianzar y aumentar el conocimiento de los estudiantes sobre los temas vistos en la práctica. Por un lado, porque persiguen un objetivo atractivo y divertido para muchos programadores como es el de diseñar un videojuego y por otro lado, porque les brinda

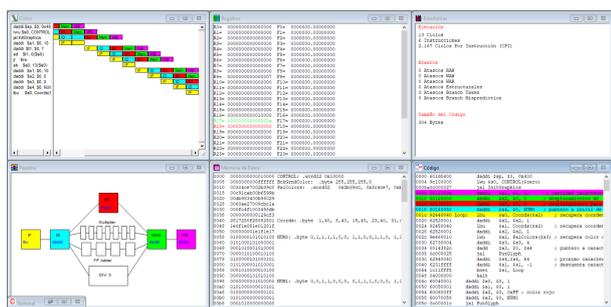


Figura 1: Simulador WinMips64

la oportunidad de desarrollar un costado creativo y los incentiva para adquirir conocimientos que trascienden la asignatura. También se describe la adaptación del software de simulación WinMips64, usado actualmente en la asignatura, que incorporó la funcionalidad necesaria para desarrollar juegos y animaciones interactivas. Finalmente, se muestran los resultados obtenidos de los cambios realizados al simulador y de la experiencia vivida por los estudiantes sobre los juegos que desarrollaron. Además, se presenta la propuesta para el desarrollo de la segunda parte del proyecto que extiende la experiencia a una parte mayor del alumnado.

2. Contexto

2.1. Arquitectura de Computadoras

Arquitectura de Computadoras es una asignatura del segundo semestre del primer año de las carreras de Licenciatura en Sistemas y Licenciatura en Informática de planes de estudio 2003, 2007, 2012 y 2015, de Analista Programador Universitario plan 2007 y 2015 y de Analista en TIC plan 2017 de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata, donde anualmente cursan alrededor de 800 estudiantes.

En la teoría de la asignatura se ven conceptos de organización y arquitectura de computadoras [6, 4, 13], el funcionamiento en detalle de los distintos subsistemas (CPU, memoria, entrada/salida, buses de comunicación), procesamiento paralelo y paralelismo a nivel de instrucción. En la parte práctica se aplican los conceptos vistos en teoría y se complementa con el

aprendizaje de la programación en lenguaje ensamblador. Para el desarrollo de todos los trabajos prácticos se utilizan dos simuladores que visualizan la interacción de los distintos subsistemas de una computadora a partir de la ejecución de un programa. Uno de los simuladores está basado en la arquitectura CISC Von Neuman de los procesadores X86 mientras que el otro está basado en la arquitectura RISC Harvard de los procesadores MIPS.

2.2. Simulador WinMips64

La aplicación original de WinMips64 (figura 1) fue desarrollada por Mike Scott y se la puede encontrar en el sitio [11]. Es una herramienta muy completa para aprender tanto la arquitectura y el funcionamiento del procesador MIPS como la programación del lenguaje ensamblador.

De las funcionalidades que incorpora esta aplicación, una de las más interesantes es la simulación del cauce del procesador. Esta visualiza la evolución de las instrucciones de un programa en cada una de las etapas en las que se divide el cauce. La ejecución de un programa puede realizarse con diferentes niveles de detalle, posibilitando el avance de la simulación de un ciclo de reloj, de un ciclo de instrucción completo o del programa completo. Posee herramientas para visualizar el estado de los registros, de la memoria de datos, de la memoria de programas, para realizar el seguimiento estadístico de ciclos de ejecución y los distintos tipos de atascos que van sucediendo. También permite establecer puntos de ruptura para detener la ejecución de los programas y así facilitar su depuración. Adicionalmente proporciona un mecanismo de invocación para la ejecución de operaciones elementales de entrada/salida que permiten leer una tecla, imprimir un número o una cadena en una consola de texto y pintar píxeles en consola gráfica. Particularmente este grupo de operaciones es la que hace que los programas desarrollados en WinMips64 sean más interesantes al permitir la interacción con un usuario.

3. Desarrollo

3.1. Motivación

El origen de este proyecto surge a partir de la inquietud por parte de varios alumnos que quisieron avanzar más allá de los contenidos de la práctica de la asignatura. Motivados por la posibilidad de dibujar en el simulador WinMips64, intentaron implementar una pequeña animación que se vio frustrada por varios problemas del funcionamiento de la precaria consola gráfica. Después de una interesante e informal charla entre docentes y estudiantes surgió la idea de adaptar el simulador de forma tal que permitiera la implementación de pequeños juegos. De esta manera se busca impulsar la motivación en los estudiantes para lograr la consolidación de los aspectos de la programación en lenguaje ensamblador vistos en la práctica, y porque no, ir aún más lejos para adquirir conocimientos más allá de los curriculares.

3.2. Propuesta

Para el desarrollo de este proyecto se planificaron dos etapas de las cuales, al momento de la redacción de este documento, se ha finalizado la primera.

Parte de esta primera etapa consistió en la adaptación del entorno de simulación WinMips64 para el desarrollo de juegos simples. Esto incluyó por un lado la depuración y mejora de las funcionalidades ya existentes y por otro lado el desarrollo de un mínimo de nuevas funcionalidades, necesarias para posibilitar la programación de juegos. Los detalles del análisis y el desarrollo de las modificaciones del software junto con el detalle de las dificultades resueltas se presentan en la siguiente sección. También se realizó una experiencia con un grupo reducido de estudiantes para tener una retroalimentación sobre el proceso del desarrollo de los juegos.

La experiencia a realizar en la segunda etapa se llevará a cabo sobre el final del cuatrimestre en una fecha cercana al cierre de la cursada de

la asignatura, momento en el cual los estudiantes estarán en condiciones de haber adquirido el conocimiento necesario para desarrollar programas en WinMips64. La misma involucra la participación de un grupo importante de estudiantes que desarrollarán un pequeño programa de un videojuego o una animación. Estos contarán con una guía sobre cómo desarrollar un pequeño juego, pautas sobre la forma de escribir el programa, herramientas adicionales para el desarrollo, y un conjunto de juegos de ejemplo para analizar, consultar e inspirarse. El nivel de conocimiento de los estudiantes será evaluado antes y después del desarrollo del programa para medir el nivel de evolución del aprendizaje. Los docentes acompañarán a los estudiantes durante todo el proceso y participarán de las evaluaciones.

3.3. Adaptación del Simulador para el Desarrollo de Videojuegos y Animaciones

3.3.1. Elección de WinMips64

La decisión de utilizar WinMips64 como punto de partida para el desarrollo de juegos se basó principalmente en tres razones. La primera y principal fue que hace varios años que en la asignatura se trabajan varios temas de la práctica con éste simulador. Es una aplicación bien conocida tanto por docentes como por estudiantes y su uso es natural para ambos, por lo que no fue necesario introducir una nueva herramienta evitando de esta forma todas las desventajas que esto conlleva. La segunda razón fue que el simulador cuenta una consola gráfica y la primitiva para pintar un píxel en pantalla ya implementada, algo que resolvía una parte del trabajo que debíamos hacer y que aceleró el proceso de desarrollo. La tercera razón fue que el simulador implementa una interfaz de comunicación para las funciones de entrada/salida. Este mecanismo facilita el desarrollo de nuevas funciones siguiendo la dinámica de lo aprendido en la práctica sin agregar una nueva dificultad para los estudiantes.

3.3.2. Análisis y Desarrollo de las Funcionalidades Mínimas y Necesarias

Para la adaptación del simulador no se utilizó la versión original de Mike Scott sino que se realizó sobre una versión modificada por Andoni Zubimendi [14] que ha corregido varios errores y ha realizado la traducción al idioma español.

Primeramente se realizó un análisis de la consola gráfica con la que cuenta el simulador. Ésta tiene una dimensión de 50x50 píxeles RGB donde cada píxel lógico ocupa una área de 10x10 píxeles en la pantalla real con el fin didáctico de identificarlos fácilmente. En las pruebas realizadas se observó que la dimensión de la pantalla era algo pequeña por lo que se decidió incrementar la dimensión a 64x64 píxeles (un 60 % más) para poder incluir algo más de detalles. Por otro lado se redujo el tamaño gráfico del píxel a un área de 5x5 para una mejor percepción de la integridad de los objetos dibujados. Ambas modificaciones fueron hechas para mejorar la calidad gráfica sin perjudicar el rendimiento general de la simulación para el desarrollo del juego.

Se encontró que la implementación de la operación de entrada/salida para dibujar un píxel tenía dos problemas: uno era la lentitud con la que se dibujaba, provocando que la operación de borrado completo de la pantalla tardara decenas de segundos; el otro problema era el parpadeo (flickering) que producía la consola al dibujar cada píxel, un efecto que tornaba la animación en una experiencia tanto incómoda como poco fluida. A partir del resultado de este análisis se decidió implementar una función de pintado del píxel más eficiente para solucionar ambos problemas. Otro de los resultados del análisis encontró un inconveniente en la función de entrada/salida para leer una tecla. Esta función era bloqueante, es decir que suspendía la ejecución del programa hasta que el usuario presione una tecla. Este comportamiento imposibilita la realización de una animación en la pantalla si además se desea interactuar a través del teclado. Para resolver este problema se agregó una función adicional que retorna un valor de tecla

inválido si no hay una tecla presionada y devuelve el control al programa de manera inmediata. Del análisis de funcionalidades adicionales para implementar se decidió incorporar una función de entrada/salida para generar números aleatorios. Esto es de fundamental importancia para incorporar un componente de azar en cualquier juego. Otra modificación planteada fue la incorporación de una funcionalidad para medir el transcurso del tiempo con cierta precisión. Si bien esta funcionalidad es útil para realizar rutinas de sincronización y de espera precisas, se postergó su implementación para una próxima etapa ya que no se consideró una función crítica.

En una de las varias iteraciones con los participantes, luego de haber generado los primeros programas, se encontraron problemas debido a la limitación de memoria en la simulación. Una cantidad insuficiente de bits de los buses de datos y programa que definía el simulador provocaba problemas cuando se incorporaban muchos gráficos, gráficos grandes o programas largos. Como solución de estos problemas se decidió extender el límite de la cantidad máxima de bits del bus de direcciones de los datos y de programas.

Es importante destacar que todas las modificaciones e incorporaciones de funcionalidades de entrada/salida fueron las mínimas y necesarias para incorporar al simulador la capacidad requerida por el desarrollo de juegos y animaciones interactivas. Cabe destacar que se mantuvo la misma filosofía y el mecanismo de invocación que utilizan las funciones ya definidas en el simulador, manteniendo de esta manera la transparencia en el uso de las nuevas funciones para los estudiantes.

4. Pruebas y Resultados

Finalizadas las reformas detalladas en la sección anterior, se procedió a distribuir la nueva versión del simulador entre un grupo de 8 alumnos y 4 docentes para tener una retroalimentación de su funcionamiento en 4 aspectos diferentes. El primero era comprobar el correcto funciona-

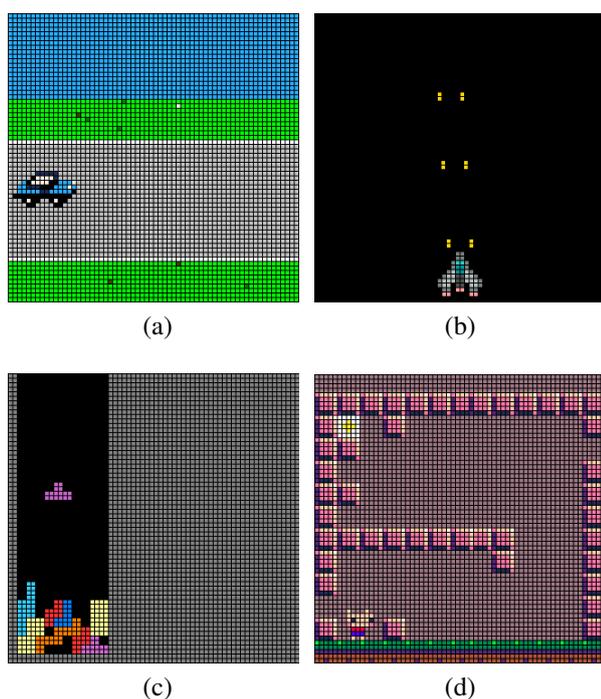


Figura 2: Juegos y animaciones implementados por los alumnos.

miento de la integración de las nuevas funcionalidades al simulador. El segundo era determinar si las nuevas funciones eran suficientes para el desarrollo de juegos o si era necesario incorporar funciones adicionales. El tercer aspecto consistió en obtener varios programas que pudieran ser utilizados por los estudiantes como ejemplos para el desarrollo de juegos en la segunda etapa del proyecto. Por último se buscó obtener una devolución sobre la experiencia desarrollada tanto por estudiantes como por docentes.

La propuesta para los participantes fue crear un programa que implementara un sencillo juego con una lógica simple o una pequeña animación interactiva que utilizara las teclas. Los estudiantes eligieron libremente el juego a programar y si lo iban a desarrollar de manera individual o grupal. La idea fue darles autonomía de acción para que no se sintieran presionados y pudieran desarrollar una aplicación acorde a sus conocimientos y tiempo disponible, intentando mantener en todo momento la motivación, el entusiasmo y el sentido de diversión que inspiraba la propuesta. Se establecieron pautas sobre la forma de escribir los programas, de acuerdo a

lo visto en las clases de práctica. Entre estas figuraban no usar variables globales al menos que cumplan la función de una constante, uso de subrutinas con parámetros, uso de convención de nombres y registros según compilador de C, implementación de la pila y la recomendación de documentar y comentar el código escrito.

Respecto de los resultados obtenidos, hay varios aspectos a destacar. El comportamiento general de las nuevas funciones de entrada/salida implementadas se desarrolló sin problemas y tampoco se encontró necesario incorporar nuevas funciones para desarrollar los juegos.

Los docentes evaluaron los programas realizados por los estudiantes y destacaron la organización del código escrito en lenguaje ensamblador. Además confirmaron tanto el cumplimiento de las pautas propuestas como la confirmación del uso del conocimiento adquirido a través de las clases de práctica. Los alumnos por su parte expresaron que la experiencia fue positiva, remarcando la motivación, la diversión y la utilidad de los conceptos aprendidos. Incluso algunos se ofrecieron para desarrollar más ejemplos o extender los ya realizados luego de finalizada la cursada de la asignatura.

Respecto de los programas desarrollados por los estudiantes se obtuvieron dos programas de animaciones interactivas y dos programas de juegos cuyas capturas de pantalla pueden verse en la figura 2. En la figura 2a se muestra la animación de un auto que se mueve por una carretera mientras que en la figura 2b se muestra la animación de una nave que se mueve por el espacio. Respecto de los juegos realizados, en la figura 2c se muestra la implementación de una versión del Tetris con algunos detalles pendientes de implementación. El último de los juegos se muestra en la figura 2d y consiste en mover un personaje a través de una especie de laberinto hasta llegar a su destino. Cabe destacar que esta implementación contiene 7 escenarios diferentes que transcurren a medida que el personaje alcanza cada salida.

Algunos de los aspectos donde los alumnos tuvieron dificultad fue en la implementación de rutinas relativamente largas y/o relativamente

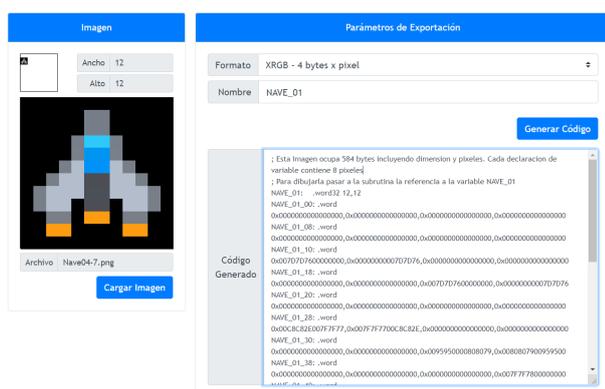


Figura 3: Conversor de Imagen a código para WinMips64

complejas. Puntualmente se presentaron dificultades al momento de dibujar una imagen en la consola gráfica, un tipo de problema que no aporta conocimientos relevantes a la experiencia y es mayormente desmotivador. A fin de minimizar estos efectos negativos, para la experiencia de la segunda etapa del proyecto se ha planificado un análisis de las rutinas complejas que requiere la implementación de los juegos. Estas rutinas serán implementadas y quedarán en un repositorio a disposición de los alumnos para puedan usarlas directamente. Otro aspecto que presentó dificultades fue la generación de la estructura que debe tener una imagen dentro del código del programa para que pueda ser dibujada en la consola gráfica. Si bien hay varias herramientas en-línea para la conversión de una imagen en código C o en una secuencia de bytes, la adaptación de este formato al que requiere el WinMips64 resultó tediosa e incorporó errores algo difíciles de depurar. Para solventar este problema se decidió desarrollar una pequeña aplicación que permite obtener a partir de una imagen el código fuente con la estructura adecuada para incrustar en el cuerpo del programa. En la figura 3 se muestra la interfaz de esta aplicación. Al momento de escribir este documento ya se encuentra disponible su primera versión.

5. Conclusiones y Trabajos Futuros

El aprendizaje de la programación a través del desarrollo de juegos ofrece a los estudiantes

una oportunidad de adquirir y afianzar sus conocimientos con mayor motivación y de forma divertida y relajada. Este es el hilo conductor del proyecto que se presenta en este artículo.

Como conclusión hay varios aspectos interesantes de destacar. En esta primera etapa de desarrollo, respecto del material generado cabe mencionar cuatro cosas. En primer lugar, se ha extendido la funcionalidad del simulador WinMips64 para poder realizar programas que implementan juegos sencillos en lenguaje ensamblador. Este software con nuevas funciones fue utilizado por un grupo de docentes y estudiantes con el objeto de poner a prueba la idea propuesta y verificar la ausencia de errores. Segundo, se han desarrollado programas que implementan dos animaciones interactivas y dos juegos. Éstos quedan disponibles a modo de ejemplo para que los estudiantes puedan analizar su estructura e implementación y sirvan como inspiración y guía para desarrollar nuevos. Tercero, se ha desarrollado una pequeña aplicación que asiste a los programadores en la generación del código necesario para incrustar imágenes en el formato adecuado dentro de los programas WinMips64. Finalmente, todo el desarrollo realizado por estudiantes y docentes se encuentra disponible en un repositorio Github [3] de forma libre, incluyendo los fuentes modificados en WinMips64, los programas de ejemplo y la aplicación de conversión de imágenes.

Respecto de la experiencia realizada, tanto docentes como estudiantes se mostraron motivados y entusiasmados con el desarrollo de los juegos. Esta experiencia sirvió para detectar algunas falencias relacionadas con la dificultad intrínseca de algunas subrutinas y los problemas para incorporar la estructura de las imágenes dentro del código de los programas. El segundo problema fue resuelto con el desarrollo de la aplicación de conversión de imágenes mientras que el primero está en vías de solucionarse.

Como parte del trabajo pendiente de realizar queda planteado para la próxima etapa el desarrollo de un tutorial para mostrar tanto las nue-

vas funcionalidades del simulador como aspectos necesarios para el desarrollo de juegos sencillos. También se encuentra pendiente el análisis para determinar un conjunto de subrutinas de mayor dificultad y su implementación para que estén disponibles para los estudiantes. Finalmente, la segunda parte del proyecto queda pendiente de realización hasta el final de la cursada del próximo cuatrimestre donde se realizará una experiencia que comprenda a una mayor cantidad de alumnos. En dicha etapa se realizará un prueba diagnóstico previa al desarrollo y luego los programas realizados por los estudiantes serán evaluados por los docentes con el objetivo de medir la efectividad de los conceptos aprendidos antes y después del desarrollo del juego.

Referencias

- [1] M. E. Acacio, L. Fernández-Maimó, R. Fernández-Pascual, P. González-Férez, A. Ros, and R. Titos-Gil. Proyecto tetris: aprendizaje de la programación en ensamblador por piezas. *Actas de las Jornadas sobre Enseñanza Universitaria de la Informática*, 4:279–286, 2019.
- [2] A. Burguera Burguera and J. Guerrero Sastre. Lenguaje ensamblador en el siglo XXI: Desarrollo de videojuegos como elemento motivador. *Revista de Investigación en Docencia Universitaria de la Informática*, 7, 2014.
- [3] C. Estrebou. Simulador WinMips64 para juegos.
<https://github.com/cesarares/WinMIPS64>, 2021. Último acceso 01/04/2021.
- [4] C. Hamacher, Z. Vranesic, S. Zaky, and N. Manjikian. *Computer Organization and Embedded Systems*. Mc Graw Hill, 6th edition, 2012.
- [5] S. Helme and D. Clarke. Identifying cognitive engagement in the mathematics classroom. *Mathematics Education Research Journal*, 13:133–153, 2001.
- [6] J. Hennessy and D. Patterson. *Computer Architecture. A Quantitative Approach*. Morgan Kaufmann, 5th edition, 2011.
- [7] J. Kawash and R. Collier. Using video game development to engage undergraduate students of assembly language programming. In *Proceedings of the 14th Annual ACM SIGITE Conference on Information Technology Education*, SIGITE '13, page 71–76, New York, NY, USA, 2013. Association for Computing Machinery.
- [8] G. Kiss and Z. Arki. The influence of game-based programming education on the algorithmic thinking. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 237:613–617, 2017. Education, Health and ICT for a Transcultural World.
- [9] I. Ouahbi, F. Kaddari, H. Darhmaoui, A. Elachqar, and S. Lahmine. Learning basic programming concepts by creating games with scratch programming environment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 191:1479–1482, 2015. The Proceedings of 6th World Conference on educational Sciences.
- [10] D. Ozoran, N. Cagiltay, and D. Topalli. Using scratch in introduction to programming course for engineering students. In *2nd International Engineering Education Conference (IEEC2012)*, volume 2, pages 125–132, 2012.
- [11] M. Scott. Winmips64 simulator.
<http://indigo.ie/~mscott>, 2012. Último acceso 01/04/2021.
- [12] W. Y. Seng and M. H. M. Yatim. Computer game as learning and teaching tool for object oriented programming in higher education institution. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 123:215–224, 2014.

- [13] W. Stallings. *Computer Organization and Architecture. Designing for Performance*. Pearson, 10th edition, 2016.
- [14] A. Zubimendi. Simulador Win-Mips64. <https://github.com/AndoniZubimendi/WinMIPS64>, 2020. Último acceso 01/04/2021.

Evaluar en Línea a través de un Entorno Virtual (Moodle). Experiencias en la UNTDF

Moyano Ezequiel, Matías Moncho, Marcela Jerez, Emilio Izarra
Instituto de Desarrollo Económico e Innovación, UNTDF
 {emoyano, mmoncho, mjerez, eizarra}@untdf.edu.ar

Resumen

La evaluación se ha constituido en uno de los elementos más importantes del proceso de enseñanza-aprendizaje, mediante el cual el docente determina el alcance o grado de conocimientos logrado por los estudiantes.

Diseñar un instrumento de evaluación explícito respecto a la finalidad del mismo y conectado a los objetivos del aprendizaje no suele ser sencillo, más aún si la misma debe ser realizada de manera virtual o en línea.

Sin dudas evaluar a través de la mediación de las tecnologías digitales ha sido una gran preocupación para todos los docentes a lo largo del año 2020, obligados a desplegar su creatividad frente a un nuevo escenario.

El presente artículo tiene como objetivo describir y compartir nuestra experiencia respecto a evaluar en línea en el contexto de virtualidad producto del aislamiento social en el marco de la pandemia COVID-19.

La experiencia se enmarca en la utilización de entornos virtuales y en el diseño de estrategias, a través de la plataforma institucional de nuestra universidad (Moodle); tomando dos casos concretos, por un lado una materia de primer año con más de 100 alumnos y, por otra parte, una materia de los últimos años con un promedio de 15 alumnos.

Palabras clave: Sistema de Evaluación, Evaluación en línea, Entorno Virtual, Moodle.

1. Marco Conceptual

La evaluación se ha constituido en uno de los elementos más importantes de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, mediante el cual el docente determina el alcance o grado de conocimientos logrado por los estudiantes respecto a los objetivos de aprendizaje.

La evaluación es parte de la propuesta de enseñanza que se constituye como un proceso sistemático, dinámico y continuo, presente durante todo el proceso educativo, desde su planificación hasta su resultado final; y no debe solamente concebirse como simple verificación de los aprendizajes.

Evaluar es visto habitualmente como sinónimo de calificar, de enjuiciamiento objetivo y preciso[1]; la evaluación se utiliza como un instrumento que afecta decisivamente lo que se pretende medir.

La evaluación resulta insuficiente si no se contempla como un instrumento de mejora de la enseñanza[2], es decir sustituir los juicios sobre los logros y capacidades de los estudiantes exclusivamente[3], y convertirse en un dispositivo formativo en todos sus aspectos (conceptual, procedimental y actitudinal). Esta debe ser considerada más abarcativa y de intervención en todo el proceso de aprendizaje[1].

La evaluación tiene que jugar un papel orientador e impulsor del trabajo de los estudiantes y ser percibida como ayuda real.

Las principales funciones que debe perseguir la evaluación se puede resumirse en[1]:

- Incidir en el aprendizaje (favorecerlo)

- Incidir en la enseñanza (contribuir a su mejora)
- Incidir en el currículo (ajustarlo a lo que puede ser trabajado con interés a los estudiantes).

Se pretende lograr que la evaluación sea un dispositivo de seguimiento y mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje[1], como una actividad colectiva tanto para los docentes como los estudiantes.

Planificar la instancia de evaluación, más allá de la experiencia docente y los conocimientos de la disciplina, implica conocer en detalle las técnicas de evaluación a utilizar, las ventajas y desventajas de cada una de ellas, sus condiciones de practicidad y principalmente los alcances en relación con los objetivos de la educación[4].

Las buenas prácticas de evaluación son prácticas sin sorpresas; enmarcadas en la enseñanza que se desprende del clima, ritmo y tipo de actividad de la clase[4]. Buscar evidencias de los aprendizajes es uno de los desafíos que se enfrentamos cuando se diseña una evaluación,

Por lo cual se debe considerar la gran disponibilidad de instrumentos evaluación de diferente carácter, alcance y función; y seleccionarlos y organizarlos para alcanzar consistencia con el proyecto de enseñanza.

Los instrumentos de evaluación deben ser mucho más que pensar una prueba, deben permitir reflexionar acerca de qué se busca con la evaluación, qué es lo que se evalúa.

Diseñar un instrumento de evaluación explícito respecto a la finalidad del mismo y conectado a los objetivos del aprendizaje no suele ser una tarea sencilla, más aún si la misma debe ser realizada de manera virtual o en línea.

2.1 Evaluar en Línea.

La evaluación del aprendizaje de los estudiantes universitarios constituye una preocupación altamente representada tanto en el quehacer de los docentes, como en publicaciones e investigaciones, cuando esa situación evaluativa se desarrolla en entornos virtuales, la inquietud se hace aún mayor[5].

El hecho de evaluar en línea implica hacer consciente que esta modalidad es totalmente diferente a la presencialidad y sería muy complejo y poco recomendable realizar exactamente las mismas prácticas de examen que se hacían hasta antes de la pandemia.

La evaluación, como la enseñanza, a distancia o en línea se puede entender como la que se realiza fuera de las aulas, a partir de recursos como internet, entornos virtuales, foros de discusión, chat, correo electrónico y también videoconferencia, audio, video; aunque puede incluir algunas actividades presenciales. La figura 1 muestra este concepto.

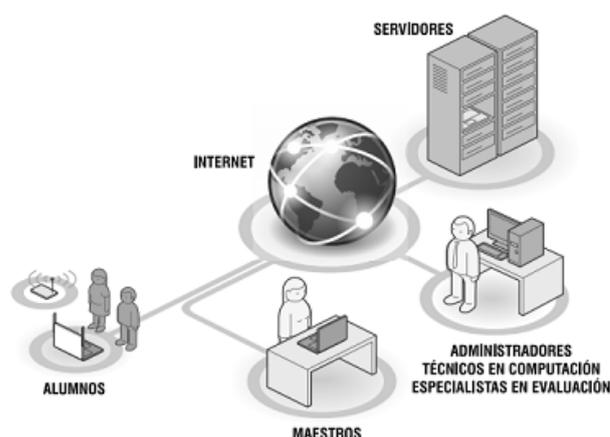


Figura 1. Esquema Entorno Virtual de la Evaluación en Línea.

El docente cumple también una función de tutor o asesor del alumno. Sus principales características son tres: está mediada por la computadora, la comunicación puede ser sincrónica o asincrónica y cuenta con un conjunto de apoyos disponibles en línea.

Una adecuada evaluación en línea debe ser capaz de recoger una amplia gama de información sobre diversas dimensiones. Combinar tanto los resultados como el análisis de datos de la experiencia en línea permite extraer mucha más información de las respuestas de los estudiantes[6].

Se necesita recurrir a la creatividad buscando integrar los recursos digitales disponibles con los propósitos educativos, formativos y evaluativos que se propone en estas instancias de acreditación; es decir, tener bien en claro qué se va a evaluar, con qué fin, qué proponemos hacer para ello (la actividad) y a partir de allí elegir el recurso que más se ajuste a esa necesidad.

Por lo tanto la evaluación en línea, a través de una EVEA (Entorno virtual de enseñanza y aprendizaje), no debe ser una mera reutilización de instrumentos de evaluación anteriores, sino una búsqueda de formas nuevas de evaluar acordes tanto con el entorno virtual como con las competencias y capacidades a evaluar[7].

Los ámbitos en los que se debe centrar la actividad evaluadora en los EVEA son cuatro: comunicación, contenidos, información y recursos.

La comunicación en el marco de la virtualidad se configura de un modo particular a la hora de diseñar la evaluación tanto para que los estudiantes muestren sus desempeños como para que los docentes diseñen situaciones para recoger información que ofrezca evidencia de lo aprendido.

La figura 2 muestra la conexión entre los contenidos que se quieren evaluar (hechos, conceptos, modos y maneras de tratar con conocimientos específicos y principios generales) y los instrumentos o recursos que se utilizaran en la evaluación.



Figura 2: los ámbitos de evaluación de los EVEA

Para lo cual se considera que evaluar en línea nos exige como docentes estar atentos a las siguientes cuestiones:

- Todo lo que propongamos realizar a los estudiantes tiene que estar detalladamente expresado.
- Explicitar los criterios que van a guiar la corrección del examen: qué se pretende que los estudiantes resuelvan, cómo se espera llegar al resultado y cuáles son las condiciones que se deben cumplir.
- Resolver/producir en línea implica al estudiante un desafío extra, ya que también deberá saber usar el recurso digital que se proponga para el desarrollo de la actividad (uso de foro, grabación de un video, compartir el enlace en drive, uso de wiki, etc.).
- El aula virtual ofrece la posibilidad de poder expresarse a través de variados lenguajes en una misma plataforma: oral, escrito, audiovisual, gráfico, etc. También ofrece la posibilidad del trabajo en grupo y de manera colaborativa.
- Tener en cuenta que el día del examen la conexión puede fallar. ¿cuál será el plan "B"?, ¿qué se puede hacer para no correr este riesgo?

Las actividades a realizar en el examen deben ser coherentes con lo trabajado en las cursadas y con los objetivos planteados en el programa.

Es importante desmentir la idea de que la formación en línea muestra su faceta más precaria en la evaluación, lo importante es que la evaluación que se diseñe sea adecuada y coherente[7]; por otro lado, es preciso poner de manifiesto la necesidad de que la evaluación se adapte al entorno digital coherentemente con los enfoques pedagógicos del siglo XXI[8].

En estos ambientes también las tecnologías proporcionan nuevas oportunidades para la evaluación, como pueden ser: Preguntas de respuesta corta y tipo ensayo, ayudantes para calificación, uso de un boletín de noticias, páginas web, calificación automatizada de ensayos y respuestas, programas de computación, pruebas objetivas y almacenamiento y reporte de resultados

2.2 Entornos Virtuales.

Para poder llevar a delante evaluaciones en línea necesitamos contar con una plataforma o entorno virtual que nos provea de una serie de características mínimas [9]:

- 1) Que sea en red.
- 2) Que se haga llegar al usuario final a través de un ordenador utilizando estándares tecnológicos de Internet.
- 3) Que se amplíe la perspectiva de modo que avance un paso más allá de los paradigmas tradicionales.

Un Entorno Virtual de Enseñanza y de Aprendizaje (EVEA) es una aplicación informática diseñada para facilitar la comunicación pedagógica entre los actores del proceso educativo [10]. Combina una variedad de herramientas con la finalidad de dar soporte a profesores y estudiantes.

Desarrolla dos tipos de destrezas: dominar técnicamente el uso de los entornos virtuales y establecer relaciones entre los docentes y los estudiantes y entre estos últimos entre sí.

El principal propósito es mediar una propuesta educativa, organizar los contenidos en diferentes materiales de estudio, facilitar la comunicación pedagógica entre los participantes en un proceso educativo, sea a distancia, presencial o mixta, es decir, un proceso que combina ambas modalidades en diversas proporciones (blended)[11], realizar un constante seguimiento de las actividades intermedias y, si se decide, de la evaluación final.

Sus objetivos es el de permitir la distribución de materiales y la evaluación mediante pruebas automáticas, que con el paso del tiempo han dado paso a una segunda generación, inspirada en los nuevos conocimientos sobre cómo se aprende usando recursos en línea.

Dentro de sus funcionalidades está permitir la entrega de trabajos, evaluación online con límites de tiempo y resultados instantáneos, interactuar con herramientas de trabajo colaborativo.

Las herramientas más habituales objeto de la actividad y la evaluación son:

- La utilización de la cuenta de correo propia de tipo "WebMail",
- El uso del Foro de Discusión,
- La presencia de los implicados en la Sala de Chat (para establecer conversaciones en directo).
- Evaluaciones de diversos tipos (preguntas cerradas y preguntas abiertas)
- Rúbricas.
- Mapas conceptuales.
- Portafolios.
- Trabajos colaborativos (Wikis)

2.3 Moodle.

La Universidad Nacional de Tierra del Fuego pone a disposición de todos sus docentes

responsables de asignaturas, cursos de pregrado, grado, posgrado, de extensión y de toda actividad académica que se desarrolle dentro de su ámbito, un EVEA institucional a través de la plataforma de educación a distancia MOODLE (Module Object-Oriented Dynamic Elearning Environment, Entorno Modular de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos)[12].

Moodle es un sistema para el Manejo del Aprendizaje en línea gratuito, que les permite a los educadores la creación de sus propios sitios web privados, con cursos dinámicos que extienden el aprendizaje, en cualquier momento, en cualquier sitio.

Moodle, por ser software abierto, libre y multiplataforma, es en la actualidad uno de los entornos más utilizados en el ámbito educativo.

Este sistema incorpora, además de las características básicas deseables en este tipo de entornos, como publicación de contenidos en diferentes formatos, autoevaluaciones, entrega de trabajos prácticos en línea, con fecha límite y correcciones en línea, cuestionarios, consultas, herramienta para la construcción de evaluaciones[13].

Principales prestaciones de la herramienta:

- Posibilita la estructuración de “la clase” en la plataforma, de manera personalizada a la dinámica propia de la comisión o materia, en función de 4 formatos predeterminados de curso.
- Dispone de foros y chats para la comunicación, apertura de debates, desarrollo de tareas colaborativas o evacuación de dudas.
- Posibilita la creación de actividades como: cuestionarios, encuestas, glosarios y otros recursos varios.

- Permite cargar material como: enlaces, archivos de texto, PDFs, presentaciones, audio MP3, vídeo, etc.
- Permite mostrar u ocultar módulos temáticos. (Por ejemplo unidades que todavía no se enseñaron).
- Posee función para envío de e-mails a todos los y las integrantes del curso.
- Se puede utilizar desde dispositivos móviles descargando la aplicación o desde la PC.

3. Experiencias

El presente artículo tiene como objetivo describir y compartir nuestra experiencia respecto a evaluar en línea en el contexto de virtualidad producto del aislamiento social en el marco de la pandemia COVID-19 durante el año 2020.

La experiencia se enmarca en la utilización de entornos virtuales y en el diseño de estrategias, a través de la plataforma institucional de nuestra universidad (Moodle). Expondremos dos experiencias bien disímiles respecto a la evaluación en línea utilizados en dos cátedras de las carreras de Analista Universitario en Sistemas y la Licenciatura en Sistemas de la Universidad Nacional de Tierra del Fuego.

Por un lado la materia de Elementos de Informática del primer cuatrimestre de primer año con una matrícula de alrededor de 100 estudiantes, cuyo objetivo fundamental posibilitar que el alumno disponga de un conjunto de conocimientos globales de la Ciencias de la Computación, que verá con más detalle a lo largo de su recorrido curricular, introduciendo conceptos fundamentales de la disciplina.

Por otro lado, una materia de los años superiores (Proyecto Software) con una matrícula de 15 estudiantes, con el objetivo de que el alumno relacione todos los conceptos

aprendidos en las asignaturas previas y los utilice para resolver un problema concreto, cubriendo las distintas etapas del desarrollo de software.

Para ambos casos el entorno virtual Moodle presenta diversas alternativas de evaluación en línea según el contexto y la necesidad. Cómo implementar exámenes con ítems de respuesta cerrada, este tipo de exámenes es uno de los más sencillos de implementar y administrar en un soporte informático. Los entornos virtuales de aprendizaje tienen en general una herramienta destinada a la construcción de evaluaciones compuestas por ítems de respuesta cerrada, Moodle, por ejemplo, la herramienta Cuestionario permite crear diversos tipos de ítems. Estas herramientas permiten generar exámenes diferentes para cada estudiante, asignar puntajes y cantidad de respuestas correctas necesarias para la aprobación, determinar cuántas oportunidades de resolución tendrá el estudiante, establecer horarios y tiempos máximos para la resolución, etc.[14].

También permite implementar exámenes con ítems de respuesta abierta, a través de documentos y puede incluir anexos en distintos formatos. Los entornos virtuales de aprendizaje suelen tener alguna herramienta para el envío de producciones y trabajo colaborativo, Moodle permite subir archivos y el uso de foros y wikis. En general, estas herramientas pueden configurarse para recibir entregas dentro de determinado espacio de tiempo y permiten llevar un registro de trabajos recibidos y pendientes, hacer la corrección y brindar retroalimentación[15].

3.1 Primera experiencia.

Como se mencionó la cátedra de Elementos de Informática contó con una matrícula de aproximadamente de 100 estudiantes, razón

por la cual se planificó, para las evaluaciones en línea, utilizar las ventajas del entorno virtual Moodle, que abarca parciales, exámenes de promoción y recuperatorios.

Previo al proceso de evaluación se realizó un *Simulacro Parcial*, muy útil para la familiarización de los estudiantes con la evaluación en línea. Permitió simular un escenario de evaluación previo con las mismas herramientas utilizadas en la evaluación real, permitiendo al estudiante ganar seguridad en la utilización de dichas herramientas. También permitió a la cátedra docente ver el comportamiento general de los alumnos y reformular preguntas y comportamientos del sistema de evaluación, además de que se detectaron errores de diseño que pudieron ser subsanados previamente a la evaluación real.

Por la cantidad de matriculados y las características de la asignatura, para llevar a cabo la evaluación en la plataforma Moodle se usaron 2 herramientas que ofrece la misma:

- 1- Banco de Preguntas.
- 2- Cuestionario.

El banco de preguntas permite al docente crear, previsualizar y editar preguntas dentro de una base de datos (o un documento) que pueden ser invocadas desde Moodle como cuestionarios, tareas o lecciones. Las preguntas se pueden agrupar en categorías, en nuestro caso se crearon dos categorías padres (Preguntas Prácticas y Preguntas Teóricas) y dentro de cada se crearon subcategorías que se corresponden con las unidades temáticas.

Los cuestionarios en Moodle ofrecen la posibilidad de crear una amplia variedad de preguntas. Ésta comprende desde preguntas tradicionales de verdadero/falso, de opción múltiple, emparejamiento, cloze (rellenar huecos), hasta otros tipos más avanzados como preguntas calculadas, preguntas drag and drop,

de texto, etc. Hay que considerar que algunos tipos de preguntas permiten al sistema realizar una corrección automática (opción múltiple o las de verdadero y falso), y otras en cambio requieren la intervención del docente para realizar la corrección.

Para cada evaluación se siguieron los siguientes pasos:

1- Determinar las unidades que involucran cada instancia.

2- Se especificaron un mínimo de preguntas por unidad (promedio 8), generando un banco de preguntas con un total de 40 aproximadamente para el banco de preguntas.

3- Se configuró el Moodle de forma que cada examen contara con un total de 10 incisos (cuestionarios en Moodle) y la nota mínima de aprobación (60 %)

4- Se configuró para cada inciso su tipo, por ejemplo: opción múltiple, opción de verdadero o falso, drag and drop, emparejamiento, etc.

5- Se definió la cantidad de cuestionarios por página, es decir, cuantos visualizaba el alumno por vez.

6- Se definió del total de preguntas del examen, cuantas debía tomar del banco por unidad. (ejemplo 2 preguntas de la Unidad 1, 3 de la unidad 2, etc.)

7- Se incorporaron al cuestionario las preguntas del banco de preguntas con la opción: "*Seleccionar una o varias preguntas aleatorias del banco de preguntas*". Esto significa que si hay 40 preguntas disponibles y el examen requiere 10 preguntas, se configura cada una de modo aleatorio de forma tal que a los estudiantes no les toquen ni las mismas preguntas ni el mismo orden.

8- Se estableció día y la hora que el Moodle estaría disponible (3 horas) y, sobre todo el tiempo que cada estudiante tendría para completar el examen virtual, definido en 45 minutos; es decir, que en el plazo de 3 horas para conectarse a la plataforma, los alumnos

contarían con un lapso de 45 minutos para su desarrollo.

Para el cálculo adecuado del tiempo de resolución se realizaron simulacros de resoluciones por parte de los docentes de la cátedra. Se consideró que si les quedaba tiempo ocioso se podría dar tiempo para realizar otras tareas, como buscar el resultado de una pregunta.

En caso de cumplirse el tiempo y el estudiante finalizara el examen, la plataforma envía automáticamente el examen con lo que el alumno haya realizado hasta ese momento.

3.2 Segunda experiencia.

A diferencia de la experiencia anterior, la asignatura de Proyecto Software tiene una concepción muy diferente, la enseñanza del proceso de desarrollo de software debe considerar dos aspectos fundamentales: por un lado, que cada una de las etapas del proceso de desarrollo están relacionadas entre sí y no pueden resolverse por separado y, por otro, que todo desarrollo en la disciplina se realiza trabajando en equipo de manera cooperativa y colaborativa; tal como se trabaja y especifica durante la cursada.

La cátedra tiene un promedio de 15 estudiantes por lo que se dispuso que para la evaluación se dividan en grupos de 3. A cada grupo se le presentó una situación diferente a desarrollar; con el objetivo que en el examen todos los integrantes trabajen, sin poder colaborar entre grupos ni tampoco buscar soluciones parecidas en Internet.

La evaluación consistió en dos partes. En primer lugar, debían resolver las consignas específicas de la disciplina (65 % del examen), que se corresponden con las etapas del proceso de desarrollo de software estudiadas y, en segundo lugar, se consideró el trabajo colaborativo de los integrantes de cada grupo,

para lo cual se habilitó en el aula virtual un foro y una wiki (una por grupo) para el intercambio de ideas en la resolución de los ejercicios que equivale al 35% restante. Los estudiantes deben alcanzar una calificación superior al 70% para aprobar y disponen de cuatro horas para su resolución.

Moodle permite la generación de grupos (en forma aleatoria o manual) y asignar cada grupo a un foro y wiki, para evitar que accedan a los de otros grupos.

Se estableció que la evaluación tendría una duración total de 4hs (el grupo podrá tomarse descansos) y estaría disponible en el horario y día determinado, por la plataforma Moodle.

Consideraciones generales:

- Toda producción debía ser subida a la plataforma Moodle en la sección específica a tal fin (formato DOC, ODT o PDF)
- Los docentes estuvieron en línea permanentemente durante el tiempo del parcial para evacuar dudas específicas en el chat de la plataforma
- Se definieron como criterios de evaluación: conocimiento y uso de las herramientas de desarrollo, producciones obtenidas y la participación en el foro y la wiki.

4. Resultados

Una vez concluidas las experiencias presentadas respecto a las evaluaciones en línea, y del análisis realizado de los datos se obtuvieron los siguientes resultados.

En primer lugar, considerando el contexto de virtualidad producto del aislamiento social en el marco de la pandemia COVID-19 resultó exitoso el uso del entorno virtual Moodle en ambos casos, las opciones que brinda la Moodle son excelentes a los fines de evaluar a los estudiantes. Si bien las experiencias fueron muy disímiles, la herramienta nos permitió

realizar las evaluaciones con la validez, confiabilidad, practicidad, utilidad y justicia que amerita un proceso evaluativo.

Un segundo análisis fue comparar el porcentaje de estudiantes que han regularizado las materias respecto al año 2019, donde las cursadas y las evaluaciones fueron presenciales. La tabla 1 muestra la comparación respecto a la primera experiencia y la tabla 2 respecto a la segunda.

Tabla 1. Comparación Alumnos regulares 1ra experiencia.

Año	Matrícula	Aprobados	% Aprob.	Desaprob.
2019	95	71	74,74%	24
2020	105	77	73,33%	28

Tabla 2. Comparación Alumnos regulares 2da experiencia.

Año	Matrícula	Aprobados	% Aprob.	Desaprob.
2019	13	11	84,61%	2
2020	15	12	80,0 %	3

Como podemos observar la comparación no refleja una gran variación respecto a los estudiantes que han regularizado las asignaturas respecto al tipo de evaluación utilizado (presencial o en línea).

Otro análisis que se consideró fue el porcentaje de estudiantes que aprobaron dos instancias (parciales) distintas en ambas experiencias (ver figura 3).

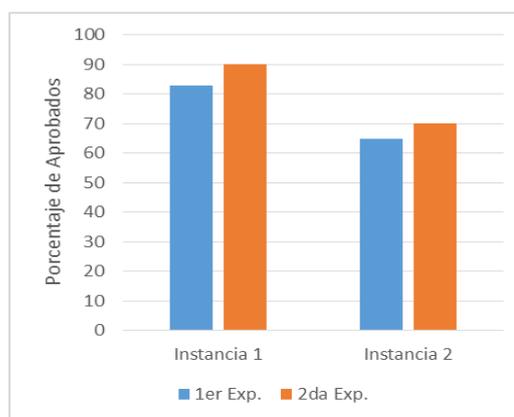


Figura 3. Porcentaje de Estudiantes aprobados por instancia evaluativa.

La idea es evitar el sesgo de quedarse con una sola instancia evaluativa y comparar el rendimiento en al menos dos (como instancia se considera los resultados del parcial y su recuperatorio).

Si bien en las segundas instancias hay una merma de rendimiento siguen siendo muy altos los porcentajes de aprobación.

Por último, consultados los alumnos respecto a la experiencia de ser evaluados en líneas se obtuvieron las siguientes respuestas expresadas en las figuras 4 y 5, para la primera y segunda experiencia respectivamente.

La consulta específica fue ¿cuán cómodo se sintió con el dispositivo de evaluación utilizado?

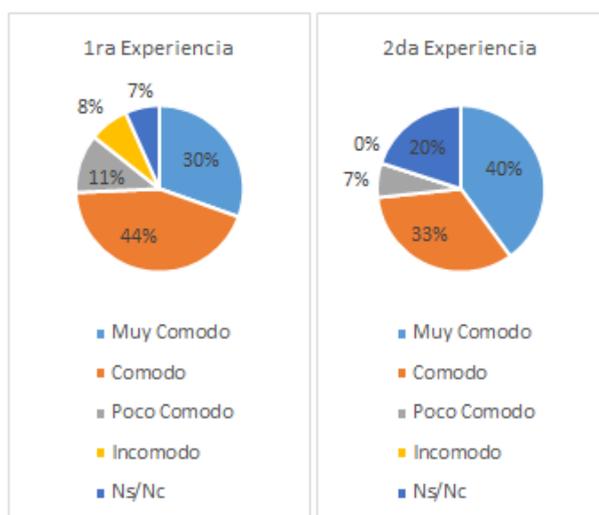


Fig. 4 y 5. Resultado encuesta sobre la evaluación.

Es significativo que en ambas asignaturas casi el 75% de los alumnos se sintió cómodo con el instrumento de evaluación en línea implementado.

5. Reflexiones Finales

Se puede deducir que en ambos casos los resultados fueron muy satisfactorios, si bien fueron dos situaciones muy disímiles la evaluación en línea resultó exitosa. Las opciones que brinda la herramienta Moodle son excelentes a los fines de evaluar en línea a los estudiantes.

Una limitación que se presenta al evaluar grandes cantidades de estudiantes, es la falta de visualización del estudiantado. En tal sentido se utilizan las opciones que brinda la herramienta Cuestionario, como son el límite de tiempo, y la aleatoriedad de las preguntas. Otro aspecto importante es la falta de una herramienta que permita hacer resoluciones o desarrollos matemáticos (como cambio de base, representación de datos, etc.). Estos fueron reemplazados por opciones de opción múltiple o verdadero-falso donde para saber el resultado, el estudiante tendría que realizar un desarrollo manual.

Considerando que el ciclo lectivo 2021 volverá a implementarse de manera virtual, las evaluaciones en línea resultan tan válidas como cualquier otra, es solo cuestión de repensar en proceso evaluativo y de aplicar instrumentos acorde a las necesidades. Para próximas instancias se considerará seguir la misma línea incorporando herramientas que brinden diferentes posibilidades.

Así mismo se continúa avanzando en la utilización de recursos que provean seguridad ante situaciones de plagio y/o copia implementando estrategias y/o herramientas para prevenir y minimizar el plagio en un EVEA, como la implementación de eProctoring (conjunto de herramientas de software, protocolos y metodologías usadas para vigilar, controlar y comprobar la actividad de un estudiante al presentar un examen en línea).

Será esencial revisar, modificar o actualizar las consignas y actividades de evaluación de un ciclo a otro.

La evaluación en un EVEA no debe ser una mera reutilización de instrumentos de evaluación anteriores, sino una búsqueda de formas nuevas de evaluar acordes al contexto.

6. Referencias

- Alonso Sánchez, M., Gil Pérez, D y Martínez-Torregrosa J.; *Evaluar No es Calificar la Evaluación y la Calificación en una Enseñanza Constructivista de las Ciencias*, Investigación en la escuela, ISSN 0213-7771. 1996
- Romero M.; *Importancia de la evaluación y algunos instrumentos para evaluar*, Foro EMAD, Bogotá, 2014.
- Bordas M. *Estrategias de evaluación de los Aprendizajes centrados en el proceso*, Revista Española de Pedagogía, 2001
- Anijovich R. y Cappelletti G. *La Evaluación como Oportunidad*, Ed. Grupo Planeta, ISBN 950129496X , 2017.
- Martínez Valcárcel N., *La evaluación del aprendizaje en entornos virtuales de enseñanza aprendizaje: notas para una reflexión*, Universidad de Murcia, España, Revista Iberoamericana de Educación, ISSN: 1681-5653, n.º 58/2 – 15/02/12
- Cobo C.; *La innovación pendiente reflexiones (y provocaciones) sobre educación, tecnología y conocimiento*, Editorial Sudamericana Uruguay S.A, 2016 pp104 145, ISBN: 978-9974-741-10-2
- Bautista G., Borges F. y Forés A.; *Didáctica universitaria en Entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje*, Ediciones Narcea. 2006, cap 6 del libro Evaluar el aprendizaje en Entornos Virtuales.
- Cubero-Ibáñez J., Ibarra-Sáiz M.S. y Rodríguez Gómez G.; *Propuesta metodológica de evaluación para evaluar competencias a través de tareas complejas en entornos virtuales de aprendizaje* Grupo EVALfor - Universidad de Cádiz, Revista de Investigación Educativa, 36(1), 159-184. <http://dx.doi.org/10.6018/rie.36.1.278301>
- Alvarez D., *Plataformas de enseñanza virtual libres y sus características de extensión: Desarrollo de un bloque para la gestión de tutorías en Moodle*. Tesis de Ingeniería. Universidad de Alcalá, España. <http://www3.uah.es/libretics/files/Tutorias.pdf>
- Ávila P., Bosco M. *Virtual Environment for Learning, A New Experience*, 2001, http://investigacion.ilce.edu.mx/panel_control/doc/c37ambientes.pdf.
- Ferreira Szpiniak A., Sanz C. V., *Hacia un modelo de evaluación de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje. La importancia de la usabilidad*. Revista TEyET [Online] N° 4 pp. 10 - 14., (Marzo 2017). Disponible en: <http://teyetrevista.info.unlp.edu.ar/numero-4-octubre-de-2009/>
- Mansilla C.M., De los Ángeles Lesman, Becchio R.M., Guzmán S., *Uso de Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) basado en MOODLE en Ingeniería Agronómica IFacultad de Ciencias Agrarias TEYET 2019*, Universidad Nacional de San Luis, ISBN 978-987-733-196-7
- Díaz F. J., Osorio M.A. y Amadeo A.P., *Moodle en la era de la Web 2.0 Un caso de estudio en Argentina*, XIV CACIC 2008.
- Basabe L. y Amantea A. *Serie "Enseñanza sin presencialidad: reflexiones y orientaciones pedagógicas" Documento 8 Diseño de exámenes con ítems de respuesta cerrada*, 2020, disponible en: https://docs.google.com/document/d/1kc0ULe3NdvkDUUNyvT3bx5t4UXf600FKKocI_wKKPVM/edit.
- Basabe L., Leal Falduti B. y Tornese D., *Serie "Enseñanza sin presencialidad: reflexiones y orientaciones pedagógicas" Doc. 9 Diseño de exámenes escritos con ítems de respuesta abierta*, 2020, disponible en: http://citep.rec.uba.ar/wp-content/uploads/2020/05/AcaDocs_D09_Dise%C3%B1o-de-ex%C3%A1menes-escritos-con-%C3%ADtems-de-respuesta-abierta-1.pdf

Experiencia de implementación del laboratorio remoto VISIR con estudiantes de ingeniería

Graciela Serrano¹ Carlos Martinez¹ Daniela Mauceri¹

¹Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, Universidad Nacional de Cuyo

gserrano@fcai.uncu.edu.ar, camartinez@fcai.uncu.edu.ar,
dmauceri@fcai.uncu.edu.ar

Resumen

Se presentan los resultados de la implementación de una experiencia didáctica utilizando el laboratorio remoto VISIR, con estudiantes de Ingeniería que cursaron Física II. Los estudiantes realizaron un pre test y un post test sobre el tema circuitos eléctricos, y un grupo realizó además una experiencia con el laboratorio remoto. Los resultados estadísticos reflejan que no hay diferencia estadística en los rendimientos, entre los estudiantes que realizaron el laboratorio remoto respecto de aquellos que no lo hicieron. Desde el punto de vista cualitativo no se observaron diferencias en el desempeño en general de los estudiantes, excepto en el aspecto procedimental de conexión y reconocimiento de instrumentos. Se resalta la valoración de los estudiantes del recurso, y también la capacidad del laboratorio para propiciar la resolución de problemas de manera colaborativa, aspecto esencial en la formación de profesionales. Si bien la experiencia se realizó en 2019, aportó insumos valiosos para abordar la Enseñanza Remota de Emergencia (ERE) en el ciclo lectivo 2020 en contexto de pandemia por COVID 19.

Palabras Clave: Laboratorios remotos; Enseñanza y aprendizaje; Circuitos eléctricos.

Abstract

The results of the implementation of a didactic experience using VISIR remote laboratory are presented, with engineering students in a Physics II course. The students carried out a pre-test and a post-test on the subject of electrical circuits, and one group also carried

out an experience with the remote laboratory. The statistical results reflect that there is no statistical difference in performance between the students who did the remote laboratory and those who did not. From the qualitative point of view, no differences were observed in the general performance of the students, except in the procedural aspect of connection and instrument recognition. The students' assessment of the resource is highlighted, as well as the laboratory's ability to promote collaborative problem solving, an essential aspect in the training of professionals. Although the experience was carried out in 2019, it provided valuable inputs to address Emergency Remote Teaching (ERT) in the 2020 academic year in the context of the COVID 19 pandemic.

Introducción

Es indiscutible la importancia del laboratorio en la enseñanza de la Física en todos los niveles y modalidades, y en particular en carreras de ingeniería, en las cuales los estudiantes tienen en el laboratorio instancias que les permiten apropiarse de habilidades fundamentales para el aprendizaje de la Física y para su futuro desempeño profesional. Entre estas habilidades podemos destacar: el manejo de equipamiento, la toma de datos, la estimación de errores, el registro, tratamiento y análisis de datos, además del trabajo colaborativo [1] y de apropiarse de conocimientos del campo conceptual de la disciplina.

Durante años la experimentación en ciencias se reducía a los laboratorios reales, es decir, a los que tradicionalmente se realizan en un lugar

físico con material disponible para que los estudiantes, bajo supervisión de los docentes, puedan recrear situaciones diversas y confrontar marcos teóricos [2]. En las últimas décadas, el desarrollo computacional ha llevado a que los docentes dispongan de nuevas herramientas para la experimentación: hablamos de los laboratorios virtuales o simulaciones computacionales (LV) y los laboratorios remotos (LR), los que han ido cubriendo aquellos espacios que, por cuestiones de costo, disponibilidad de equipos o distancia, no podían ser cubiertas por los laboratorios reales.

Los laboratorios remotos (LR) permiten la experimentación real utilizando una computadora con conexión a Internet [3]. Los LR pueden considerarse como una evolución de los LV [4] pues no significa realizar una simulación de un fenómeno (como es el caso del LV) sino que son herramientas tecnológicas que configuran prácticas reales que no requieren desplazamiento del estudiante (o el científico) al lugar donde está emplazado el equipamiento, y le permiten realizar actividades como las de un laboratorio convencional, en la mayoría de los casos sin requerir de la sincronía entre docentes, estudiantes, personal de laboratorio, etc. Diferentes investigadores [5], [6], [7], [8] han estudiado aspectos vinculados a la enseñanza universitaria de la física empleando estos recursos virtuales, resaltando sus potencialidades en la promoción de aprendizajes.

Entre los laboratorios remotos (LR) disponibles para la enseñanza de circuitos eléctricos en diferentes niveles educativos se encuentra el laboratorio VISIR (Virtual Instrument Systems In Reality) que permite realizar experimentos con circuitos eléctricos. VISIR ofrece al usuario diversos recursos: protoboard para realizar conexiones de circuitos, multímetro para realizar mediciones de diferentes magnitudes eléctricas, fuente de

alimentación continua, generador de funciones y osciloscopio. Como en un laboratorio real cualquiera, el estudiante no dispone de un número ilimitado de recursos, sino que éstos son restringidos y sobre ellos puede operar [9]. Además, a diferencia de los LV, en los laboratorios remotos como en un laboratorio real presencial, hay diferentes fuentes de error, las cuales pueden y deben analizarse.

Como señalan Conejo-Villalobos, Arguedas-Matarrita y Concarí (2019) [10] en su valoración del laboratorio VISIR por parte de docentes y estudiantes, entre las limitaciones a su uso está la necesidad de tener un importante manejo previo del recurso y conocimientos teóricos antes de poder usarlo de manera efectiva en las clases. En tal sentido, si bien el recurso puede utilizarse por grupos de diferentes niveles de escolaridad, el conocimiento o la práctica de uso previo de las protoboard agiliza la comprensión y puesta en funcionamiento de los laboratorios diseñados con VISIR.

En la experiencia aquí relatada se muestran los resultados de implementar una secuencia de actividades consistente en una prueba diagnóstica o pre test, la realización del laboratorio remoto VISIR por parte del grupo experimental y finalmente un post test, y valorar las respuestas de los estudiantes de segundo año de Ingeniería, buscando indicadores de la potencialidad del uso del laboratorio remoto para promover aprendizajes significativos.

Al momento de realizar la investigación en el ciclo lectivo 2019, el mundo, y la comunidad educativa en particular, no imaginaba la realidad que le tocaría enfrentar en el 2020 con motivo de la pandemia por COVID 19. Por tal motivo, el conocimiento logrado que se describe en este trabajo resultó sumamente valioso para poder dar clases, de manera asincrónica y a distancia, y promover

aprendizajes de física universitaria en carreras de ingeniería.

Descripción de la experiencia

La experiencia didáctica que se informa en este trabajo es parte de un proyecto de investigación que busca evidencias de la potencialidad de los Laboratorios Remotos para promover aprendizajes significativos de electricidad y magnetismo en asignaturas del ciclo básico de carreras de ingeniería.

En el ciclo lectivo 2019 los estudiantes de segundo año de ingeniería civil, estudiaron los temas correspondientes a circuitos eléctricos. La procedencia de los estudiantes es variada, con algunos alumnos provenientes de escuelas técnicas con orientación electromecánica o electrónica. En este sentido, para los temas abarcados de circuitos, se notó una gran diferencia entre los alumnos técnicos de los alumnos no técnicos. Para los primeros, el tema es sumamente familiar y tienen manejo avanzado de instrumentos de medición, mientras que para los alumnos que no provienen de escuelas técnicas, el tema es totalmente nuevo.

Al inicio de una clase de práctica de aula, luego del desarrollo de la teoría correspondiente al tema, todo el grupo de estudiantes respondió un cuestionario (pre test). Luego, durante la clase de práctica tradicional de 2 horas de duración, se realizaron algunos ejercicios a modo de aplicación de los contenidos básicos de circuitos eléctricos, asociación de resistencias, instrumentos y formas de conexión. Posteriormente el grupo de estudiantes se dividió en grupo experimental y grupo control, solicitando al grupo experimental la realización de una experiencia de laboratorio en forma individual en su domicilio y fuera del horario de clases, experiencia mediada por el laboratorio remoto VISIR, del cual les fue suministrado un video tutorial. A la semana siguiente a la realización

de la experiencia de laboratorio remoto, todos los estudiantes completaron un nuevo cuestionario, post test. Para el estudio final de los resultados se seleccionó a aquellos estudiantes que completaron la totalidad de las tareas y asistieron a todas las clases, así el grupo control quedó conformado por 9 estudiantes, y el grupo experimental por 7. Varias cuestiones de los test se adaptaron de bibliografía básica de física [11], [12].

Pre test

El pre test se diseñó de manera de poder conocer las percepciones de los estudiantes sobre los temas: resistores, baterías, asociación serie y paralelo, ley de Ohm, potencia e instrumentos de medición eléctrica (voltímetro y amperímetro). Consistió en tareas que los llevaran a representar conexiones, diferenciar características de las asociaciones serie y paralelo con dos resistores y una batería, caracterizar el brillo de una lamparita en función de su conexión en el circuito, y proponer formas de conexión en un circuito formado por varias lamparitas e interruptores, de manera de lograr un objetivo particular. También se solicitó reconocer, a partir de la forma de conexión al circuito, voltímetros y amperímetros. Finalmente, se les pidió a los estudiantes que establecieran relaciones entre los conceptos básicos del tema de manera de poder analizar, con el post test, la posible evolución de conocimientos.

El laboratorio remoto VISIR

El laboratorio VISIR permite realizar experimentos con circuitos eléctricos por parte de usuarios de diferentes niveles de la educación: educación secundaria y universitaria, incluso se ha hablado de la posibilidad de implementarlo de modo cualitativo en educación primaria. VISIR ofrece al usuario diversos recursos: protoboard para realizar conexiones de circuitos, multímetro para realizar mediciones de diferentes magnitudes eléctricas, fuente de

alimentación continua, generador de funciones y osciloscopio. El laboratorio, de uso libre, tiene la ventaja de poder usarse de manera simultánea por el profesor y los estudiantes, y para acceder al mismo desde <https://labs.land/unedcr/register/> sólo se solicita matricularse.

Los docentes de la cátedra elaboraron un video explicativo relativo al uso y funcionamiento del laboratorio remoto, el que se entregó a los estudiantes para que tuvieran el paso a paso del ingreso y pudieran realizar la práctica experimental en sus casas. Los estudiantes no tenían experiencia previa con circuitos eléctricos, ya sea en el uso de protoboard, conexiones de elementos del circuito, multímetros (excepto los egresados de alguna escuela técnica con orientación eléctrica/electrónica) y con el video se intentaba acompañar en el uso del laboratorio, principalmente en los aspectos relacionados a las conexiones serie y paralelo, la conexión de baterías y el uso del multímetro.

Las tareas diseñadas para realizar en el laboratorio remoto buscaron promover la modelación de circuitos varios, la predicción de resultados, el diseño experimental a partir de indicaciones particulares, la toma de datos, la contrastación de los resultados experimentales con los resultados teóricos, y la elaboración de informes. Los estudiantes construyeron circuitos serie y paralelo con dos resistores y una batería, midieron valores de corriente y diferencia de potencial con los instrumentos adecuados, y compararon los resultados experimentales (con sus correspondientes errores) con los valores teóricos. También se les solicitó diseñar y poner en funcionamiento un circuito sencillo que cumpliera diferentes condiciones definidas a priori, de manera de poner en juego la apropiación del significado de conexión serie y paralelo. Las figuras 1 y 2 ilustran el diseño de circuito por un grupo de estudiantes, y las conexiones realizadas para contrastar el marco

teórico con los resultados de laboratorio, empleando VISIR.

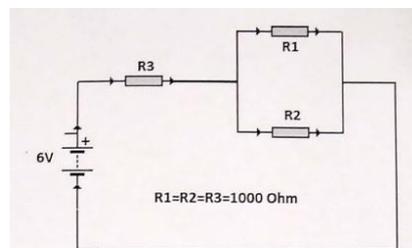


Figura N°5: Esquema del circuito mixto planteado para resolver los objetivos.

FIGURA 1. Se muestra el circuito diseñado por estudiante para cumplir la consigna “... al desconectar *R1*, las otras resistencias permitan el paso de corriente y al desconectar *R3*, las demás no funcionan”.

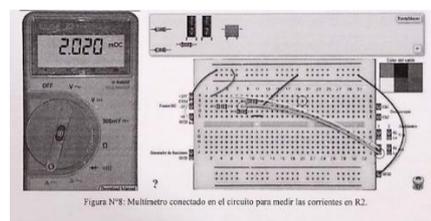


Figura N°8: Multímetro conectado en el circuito para medir las corrientes en *R2*.

FIGURA 2. Se muestra las conexiones realizadas con VISIR para el circuito diseñado de la figura 1.

Finalmente, se les solicitó a los estudiantes del grupo experimental que formularan una apreciación personal respecto a su experiencia del uso de este LR, las dificultades encontradas y comentarios que consideraran pertinentes.

Post test

En el post test se presentaron tareas que buscaban poner en acción los significados del tema y determinar posibles reestructuraciones vinculadas al uso del LR por parte del grupo experimental. Las tareas, si bien son diferentes de las del pre test, ponen en juego situaciones semejantes: reconocer instrumentos de medición eléctrica y sus medidas en un circuito eléctrico representado simbólicamente, determinar el brillo relativo de lamparitas en un circuito, interponer interruptores para lograr determinados fines, y finalmente, establecer relaciones entre conceptos básicos del tema.

Resultados

Los resultados de esta experiencia, consistentes en los informes de pre test y post test de grupo experimental y grupo control, y de laboratorio remoto del grupo experimental, admitieron un doble tratamiento: un tratamiento estadístico y un tratamiento cualitativo.

Puesto que el sistema de acreditación en la Facultad se basa en la calificación numérica obtenida, las respuestas se calificaron con notas y éstas se consideraron cuantitativamente como variable, indicadora indirecta de los aprendizajes logrados. Esta calificación numérica se empleó tanto en el pre test como en el post test. En rendimiento de cada estudiante se pudo caracterizar por una variable cuantitativa (0 a 42).

Se compararon estadísticamente las notas de los pre test con los post test de ambos grupos, buscando de este modo caracterizar los aprendizajes logrados por los 9 estudiantes del grupo control y los 7 del grupo experimental. Para el tratamiento estadístico de las notas se utilizó R-Project (<http://www.R-project.org/>)

Los resultados del tratamiento estadístico de las notas logradas por los estudiantes de ambos grupos en el pre test y post test se sintetizan en la Tabla 1. Se validaron supuestos de normalidad (prueba Shapiro-Wilk), homogeneidad de varianzas (prueba de Fisher) y, finalmente, se realizaron test t de Student para muestras pareadas y de comparación de medias.

TABLA I. Resultados estadísticos del rendimiento en Grupo experimental (GE) y Grupo control (GC).

Test de hipótesis: Comparación medias GE y GC pre test	p-valor = 0.2397	H0: Las medias son iguales
Test de hipótesis: Comparación medias GE y GC post test	p-valor = 0.926	H0: Las medias son iguales

Muestras pareadas	GE	GC
Media diferencia notas post test-pre test	3.638283	5.478927
Test de hipótesis muestras pareadas (H0: la diferencia es cero)	p-valor = 0.2055	p-valor = 0.1508

Para la interpretación cualitativa de las producciones de los estudiantes, se organizaron las respuestas de los estudiantes de ambos grupos buscando complementar el estudio estadístico, y describir los aprendizajes logrados no solamente de manera cuantitativa (con una nota) sino con atributos cualitativos como, por ejemplo: disponibilidad de conceptos en las explicaciones y/o resoluciones de ejercicios, rigor científico de las explicaciones y/o resoluciones de ejercicios, calidad y pertinencia de las relaciones entre conceptos.

En el pre test los conceptos más empleados en las explicaciones son “corriente eléctrica” y “resistencia”, en tanto que para ambos grupos la “ley de Ohm” se mostró como respaldo de la toma de decisiones y expresión de la relación entre variables en el circuito. Más de la mitad de los estudiantes propusieron relaciones en forma simbólico algebraica entre las magnitudes involucradas, pero sin aclarar significados, evidencia de la escasa disponibilidad de recursos verbales para la interpretación. Tres estudiantes del grupo total de 16 alumnos, no mostraron relaciones entre conceptos. Las relaciones cuantitativas mostradas por los estudiantes no fueron utilizadas para resolver un problema sencillo de dos lámparas idénticas conectadas en paralelo (figura 3), lo que es evidencia de que los estudiantes no se habían apropiado de los significados de la ley de Ohm, asociación en paralelo.

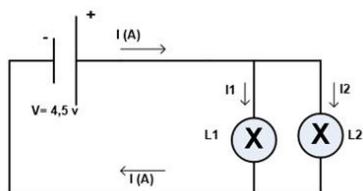


FIGURA 3. Circuito para decidir si es verdadera o falsa la proposición (suponiendo resistencias iguales)
 “Si la corriente es de $0,5A$, cada lamparita tiene una resistencia de $4,5\Omega$ ”

En el post test se notó una diferencia importante en los reconocimientos y conexiones de instrumentos de medición: mientras que en el pre test solamente la cuarta parte de los estudiantes selecciona correctamente amperímetros y el doble los voltímetros, en el post test todos los estudiantes del grupo experimental reconocen y conectan los instrumentos, y poco más de la mitad del grupo control lo hacen correctamente.

Sin embargo, en tareas más complejas en las que los estudiantes tuvieron que aplicar la Ley de Ohm para deducir valores de las medidas de los instrumentos, las respuestas de estudiantes que realizaron el laboratorio remoto y los del grupo control, no muestran diferencias significativas. A modo de ejemplo, la figura 4 muestra una de las tareas solicitadas:

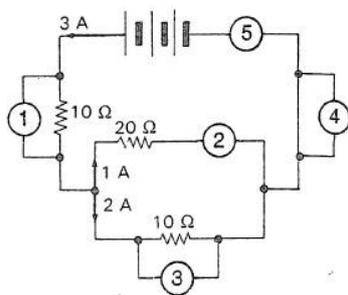


FIGURA 4. Circuito para responder ¿Cuáles son las lecturas de los instrumentos ideales marcados con ①, ②, ④? (Adaptado de Máximo Alvarenga, Física General)

Poco más de la mitad de todos los estudiantes reconoció el voltímetro señalado con ① y dedujo el valor de la medida, mientras que

menos de la mitad pudo responder correctamente en el caso del amperímetro ② y menos de la cuarta parte dedujo el valor de la lectura del instrumento ④.

En cuanto a la disponibilidad de conceptos y sus relaciones, hay estudiantes del grupo experimental que no modificaron sus respuestas, no obstante los análisis completos presentados en el informe del laboratorio remoto, lo cual lleva a considerar el compromiso en la respuesta de los test por parte de los estudiantes. Se observó un error generalizado en la formulación de relaciones entre energía-potencia-resistencia, pues la mitad de los estudiantes expresan que “los resistores disipan corriente”, o que “los resistores disipan voltaje/tensión”, pero solamente la cuarta parte relacionan “los resistores disipan calor/los resistores disipan energía” y el resto no establece relaciones entre los conceptos.

Análisis

Los resultados estadísticos informados indican que no hay diferencias estadísticas significativas entre los rendimientos de ambos grupos antes de la realización de la experiencia de LR. Este resultado es esperable pensando que todos los estudiantes recibieron la misma instrucción.

El resultado de comparación de rendimientos en el grupo experimental llamó la atención a los autores, pues los resultados son semejantes a los obtenidos por los estudiantes que no realizaron el laboratorio remoto y resultan contrarios a los informados por García-Zubía et al. [9] quienes resaltaron los resultados superiores en el post test respecto al pre test con estudiantes que realizaron el laboratorio VISIR, en un estudio diferente al aquí informado pero que también buscaba valorar el aprendizaje de los estudiantes. El resultado informado en este trabajo es motivo del análisis que se comparte a continuación y que

sirve de reflexión para futura implementación de la actividad virtual.

Por una parte, debería replantearse la secuencia didáctica, en tanto los estudiantes poseían mínimos conocimientos teóricos para abordar las pruebas y el LR. Los mismos test merecen una revisión en cuanto a la formulación de las consignas.

En tanto a la realización del LR, informado por los 7 estudiantes del grupo experimental, hemos de tener en cuenta que el empleo de un laboratorio remoto de cualquier característica, y en particular el VISIR, exige de parte de los estudiantes poseer habilidades vinculadas al manejo de equipamiento remoto. También deben reconocer características de este tipo de laboratorios que los hace diferentes a los laboratorios virtuales, y que los estudiantes deben poder identificar e interpretar en su contexto: Los resultados son los que corresponden a un conjunto de datos, no ideales sino reales, y sometidos a una experiencia. Por lo tanto, el reconocimiento de la experiencia y el tratamiento de los errores resulta fundamental. Los estudiantes del grupo bajo estudio no poseían estas habilidades, y en particular, era la primera experiencia de laboratorio remoto a la que tenían acceso. Por otra parte, la realización de una experiencia de laboratorio puede tener como finalidad introducir a los alumnos en el tema o poner en acción conocimientos teóricos ya adquiridos; en este caso, el laboratorio remoto actuó como una situación más para contribuir a la conformación del campo teórico, y esta elaboración de conceptos no es instantánea ni lineal, requiere de tiempo y de situaciones diversas que contribuyan a la conformación del esquema mental por parte de cada estudiante.

Los alumnos del grupo experimental mencionaron aspectos que dificultaron el trabajo con el laboratorio remoto, como por ejemplo la forma de realizar las mediciones: *“A partir de la primera realización del*

laboratorio, se tuvieron enormes dificultades para realizar las mediciones [...] debido a que no se había ajustado la tensión desde la fuente de corriente continua”. Otro estudiante comentó *“La realización de este laboratorio fue un desafío donde tuvimos que comprender el funcionamiento de la protoboard, pero consideramos que aún nos falta por aprender...”*

Estos comentarios son sumamente interesantes pues muestran uno de los aspectos positivos del trabajo con este tipo de recursos: la posibilidad de repetir la experiencia y consensuar con el grupo para proponer soluciones a situaciones que impiden el avance favoreciendo un trabajo colaborativo verdadero, y al mismo tiempo lleva a los autores a la afirmación inicial: es necesario un adiestramiento mayor de los estudiantes en el manejo de este tipo de equipamiento para poder valorar de manera definitiva sus posibles virtudes, como han reportado otros investigadores [9], [10].

A los estudiantes se les solicitó analizar aportes del uso del LR, y a modo de ejemplo citamos *“El LR nos brindó mejores maneras de entender cómo funcionan los circuitos eléctricos y de qué manera se comportan, dependiendo el tipo de circuito que se presente”*, y otro estudiante mencionó *“La realización de este trabajo con el LR ha sido de gran ayuda para poder percibir y realizar distintas experiencias que se podrían realizar en la vida real...”*. En general los estudiantes valoraron positivamente el uso del recurso virtual, no obstante, las dificultades que encontraron (y pudieron superar) para su implementación. Por otra parte, recomiendan implementarlo en la cátedra *“...ya que facilitará el conocimiento a los estudiantes.”* *“Creemos que la implementación en el desarrollo de los trabajos prácticos favorece a que los alumnos se interesen más ya que las clases se hacen mucho más didácticas.”*

Se observa como dificultad recurrente en los análisis de los alumnos la no disponibilidad de nociones de teoría de errores, que permitirían comparar de manera formal los resultados experimentales con el marco teórico. A modo de ejemplo, en un circuito serie formado por dos resistores y batería, el estudiante mide una corriente menor en un resistor que en el otro; reconoce esta diferencia: *“Esto no corresponde a la Ley de Kirchoff, sin embargo, los valores son relativamente pequeños”*. Esta interpretación puede inducir a un error conceptual por cuanto el estudiante *“ha medido”* corrientes diferentes, y al no disponer de herramientas de teoría de errores, no puede realizar la comparación correcta de los datos obtenidos. Este mismo estudiante, en el pre test reconoció que la corriente es mayor en la resistencia que está más cerca del borne positivo de la batería, y en el post test identificó que las corrientes en los resistores conectados en serie *“en la práctica es mayor”* en el resistor que está cerca de la batería, *“pero en la teoría son iguales”*. Este ejemplo muestra de qué modo las concepciones previas de este alumno, vinculadas a una noción de corriente como fluido que se va perdiendo conforme circula por el circuito [13] no ha podido ser modificada y requiere un trabajo con otras situaciones que lo lleven a confrontar sus conceptos y relaciones entre ellos.

Cabe resaltar que en cada tarea se les solicitó medir e indicar la medida con su correspondiente error, pero sin duda para todos los estudiantes de este grupo experimental, la idea de error no tiene significado.

En cuanto a los comentarios positivos de los estudiantes del grupo bajo estudio luego de realizar la experiencia de LR con VISIR, son semejantes a los mostrados por otros estudios [14], [9] y en ellos radica una de las potencialidades del LR para promover aprendizajes significativos, puesto que favorece una actitud favorable del estudiante hacia su aprendizaje. Además, el trabajo con

el LR lleva al estudiante a encontrarse con situaciones, formas de trabajo y equipamientos que son los que se utilizan en los ámbitos laborales de los cuales a futuro formará parte, dando esto una motivación para el aprendizaje del tema.

De los informes de los laboratorios remotos observamos que, a pesar de las dificultades citadas, los estudiantes pudieron responder a las consignas dadas, sin apoyo docente específico, poniendo en acción capacidades propias de la investigación en ciencias vinculadas a la producción de informes, la representación gráfica, el análisis de datos, y también habilidades de trabajo colaborativo esenciales en la formación actual del ingeniero.

En el análisis cualitativo de las tareas de los estudiantes no se aprecian diferencias entre los dos grupos en las tareas de reconocimiento de conceptos, elaboración verbal de relaciones, aplicación de relaciones y conceptos de manera adecuada. La diferencia más notable y esperable, está en el reconocimiento de instrumentos de medición, que es en la totalidad de los estudiantes del grupo experimental luego de hacer el laboratorio remoto, mientras que algunos de los estudiantes del grupo control no pudieron identificar correctamente voltímetro y amperímetro.

Conclusiones

Los resultados estadísticos, para estos pequeños grupos de estudiantes de Ingeniería, reflejan que no hay diferencia estadística en los rendimientos entre los estudiantes que realizaron el laboratorio remoto respecto de aquellos que no lo hicieron, aspecto que nos lleva a la necesidad de replantear la formulación de los test y las tareas, para incorporar el laboratorio remoto de manera más eficaz en las actividades del estudiante. Este recurso virtual requiere, por parte de los estudiantes, un alto grado de involucramiento

en la actividad y de colaboración, aspectos ambos esenciales para la promoción de aprendizajes significativos, como señalan otros autores [8]. Se resalta la valoración de los estudiantes del recurso y sus sugerencias de llevar su uso a todo el curso, y también la capacidad del laboratorio remoto para propiciar la resolución de problemas de manera colaborativa, aspecto esencial en la formación de profesionales.

Desde el punto de vista cualitativo no se observaron diferencias en el desempeño en general de los estudiantes, excepto en el aspecto procedimental de conexión y reconocimiento de instrumentos de medida eléctricas, aspecto que tiene mejores resultados por parte de los estudiantes que han realizado la experiencia de laboratorio remoto.

De los resultados de la experiencia relatada, los autores consideran que se requiere mejorar el diseño de las actividades didácticas que involucren la realización de este LR, como en cualquier laboratorio, de modo de valorar de manera más efectiva el logro de aprendizajes asociados al uso de este recurso virtual por parte de los estudiantes.

El grupo de docentes de la cátedra valora muy positivamente la implementación y valoración de la experiencia de laboratorio remoto realizada en circunstancias de dictado normal de clases, por cuanto permitió adquirir conocimiento para el posterior uso en el ciclo lectivo 2020, en un dictado totalmente virtual de la asignatura, en el cual el empleo de recursos de laboratorio virtuales y remotos fue esencial para asegurar a los estudiantes el acercamiento a la experimentación en física.

Agradecimientos

A la SIIP de la UNCuyo por la financiación del proyecto 06/L156.

Referencias

- [1] Romero, R., Stoessel, A. y Rocha, A. (2020). *Un estudio de diseño sobre la implementación de laboratorios remotos en la enseñanza de la física universitaria: la observación del trabajo de los estudiantes*. Revista de Enseñanza de la Física, 32 (1), 77-91.
- [2] Rosado, L. y Herreros, J. (2005). *Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física*. International Conference on Multimedia and CT in Education. Recuperado de: <https://observatoriotecedu.uned.ac.cr/media/286.pdf>
- [3] Arguedas-Matarrita, C. y Concari, S. B. (2018). Características deseables en un Laboratorio Remoto para la enseñanza de la física: indagando a los especialistas. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 35 (3), 702-720.
- [4] Lorandi Meddina, P., Hermida Sab, G., Hernández Silva, J. y Ladrón de Guervara Durán, E. (2011). Los Laboratorios Virtuales y los Laboratorios remotos en la Enseñanza de la Ingeniería. Revista Internacional de Educación en Ingeniería, 4, 24-30
- [5] Lerro, F. y Marchisio, S. (2016). Preferences and uses of a remote lab from the students' viewpoint. International Journal of Online Engineering, 12(3), 53-57. Recuperado de <http://onlinejournals.org/index.php/ijoe/article/view/5468/3855> (13/03/2021).
- [6] Concari, S. y Kofman, H. (2012). *Laboratorio remoto: una tecnología emergente para la formación en ingeniería*. XVII Congreso internacional de tecnologías para la educación y el conocimiento. Tecnologías Emergentes XVIICITEC 2012, 3-5 de julio, Madrid, España
- [7] Marchisio, S., Concari, S., Lerro, F. y Kofman, H. (2014). *Acerca de logros y*

dificultades: valorando desarrollos tecnológicos y experiencias educativas con laboratorios remotos en Argentina. En *Dialogo entre culturas: estrategias didácticas y tecnologías educativas.* Pizarra digital. Madrid: UNED,

a través de los laboratorios remotos. Revista de docencia Universitaria 14 (1), 377-403.

[8] Arriasecq, I. y Santos, G. (2017). *Nuevas tecnologías de la información como facilitadoras de aprendizaje significativo.* Archivos de Ciencias de la Educación, 11 (12), e030. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.24215/23468866e030>

[9] García-Zubía, J., Romero, S., Guenaga, M., Hernández-Jayo, U., Angulo, I., Cuadors, J., González-Sabaté, L., Orduña, P., Dziabenko, O., Rodríguez-Gil, L. (2014). *Experiencia de Uso y Evaluación de VISIR en Electrónica Analógica.* XI Congreso TAEE Universidad de Deusto.

[10] Conejo-Villalobos, M., Arguedas-Matarrita, C. y Concari, S. (2019). *Difundiendo el uso de laboratorios remotos para la enseñanza de la Física: Talleres con docentes y estudiantes.* Revista de Enseñanza de la Física, 31. N°Extra, Nov.2019,205-213

[11] Máximo, A. y Alvarenga, B. (2008). *Física General.* Oxford University Press. México.

[12] Serway, R. y Jewett, J. (2014). *Física para ciencias e Ingeniería.* Cengage Learning. México.

[13] Periago, M. C. y Bohigas, X. (2005). *Persistencia de las ideas previas sobre potencial eléctrico, intensidad de corriente y ley de Ohm en los estudiantes de segundo curso de Ingeniería.* Revista Electrónica de Investigación Educativa, 7 (2). Recuperado de: <http://redie.uabc.mx/vol7no2/contenido-periago.html>

[14], Gómez, A., García Pérez, M. y Díaz Orueta, G. (2016). *La Evaluación como instrumento de formación para el aprendizaje*

Experiencia docente: la transformación del ingreso presencial a virtual de la Licenciatura en Ciencias de la Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuyo

Cristian Gamba¹ Marisa Fabiana Haderne¹

¹ *Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo*

{cristian.gamba, marisa.haderne}@ingeniería.uncuyo.edu.ar

Resumen

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo ofrece un Curso de Ingreso para sus carreras de grado en el que se establece el nivel de las competencias que debería tener un aspirante para ingresar y permanecer en la Institución. Entre sus carreras se encuentra la licenciatura en Ciencias de la Computación (LCC), la cual comenzó su dictado en el año 2017. Durante el año 2020 se desarrolló su quinta edición de ingreso, pero la situación de pandemia que nos afectó a todos desde finales del 2019 hizo que se debiera modificar el proceso de ingreso a todas las carreras en la Facultad de Ingeniería, entre ellas la Licenciatura en Ciencias de la Computación.

Este trabajo cuenta la transformación que debió afrontar el ingreso a la LCC durante el año 2020, el cual durante los primeros 4 años tuvo un dictado de manera semipresencial, los aspirantes se inscribían, asistían los sábados y rendían controles, parciales y globales en las instalaciones de la facultad.

Palabras Clave: ingreso, permanencia, educación a distancia

Marco conceptual

Este trabajo relata la experiencia del ingreso a la licenciatura en ciencias de la computación 2021, en tiempos de pandemia, donde se debió recurrir a educación a distancia debido al aislamiento social.

Ranallo [3] realiza un análisis de las diferentes modalidades de acceso a la universidad, “Actualmente las modalidades de admisión adoptadas en nuestro sistema universitario nacional se encuentran caracterizadas por una gran heterogeneidad cuya base se sustenta en la libre adopción que poseen dichos centros académicos en el momento de definir una política de ingreso”

Araujo [1] brinda un estudio de cómo el ingreso fue cambiando, “Desde el año 1950 en las universidades nacionales se observa un crecimiento constante de la matrícula universitaria hasta el año 1975 en el que se registraba 431.445 estudiantes. En el año 1980 se produce una disminución significativa con 315.409 estudiantes como producto de las barreras en el acceso durante la última dictadura militar del período 1976-1983. A mediados de la década de 1980 vuelve a aumentar la matrícula universitaria de las universidades nacionales cuyo número llegó a 524.590 estudiantes en el marco de la recuperación de la democracia”

Así mismo plantea una realidad marcada en este trabajo, donde “la problemática no es solo el ingreso sino la permanencia, donde muchos de nuestros alumnos abandonan o cursan sus estudios en mucho más tiempo que el que debían, donde indica “otra realidad es el registro de estudiantes cuya permanencia en la universidad es bastante más prolongada que el tiempo formalmente previsto en los planes de estudios para cursar y finalizar una carrera universitaria. Un estudio realizado por la Secretaría de Políticas Universitarias estimaba

que cuando los estudiantes permanecen en la universidad tardan aproximadamente un 60% más de lo que establece la carrera para graduarse”

El actual curso de ingreso a la licenciatura en Ciencias de la Computación se realizó en el 2020, debido a la pandemia, de manera virtual con presencialidad en sus evaluaciones, según Tovillas [5], “la opción pedagógica a distancia ocupa un creciente espacio en la vida de las instituciones universitarias. Se diversifican las prácticas dejando entrever el interés de parte de alumnos y docentes por una opción fundada en un nuevo vínculo espacio-tiempo. Simultáneamente a estas formas emergentes de combinar actividades presenciales de naturaleza tradicional con estrategias remotas”

Desde la Universidad Nacional de Cuyo estamos acompañados por el Sistema institucional de educación a distancia que se crea con “el fin de definir la identidad de la UNCuyo frente a los nuevos tiempos marcados por las tecnologías, la innovación y la calidad. Se proponen las pautas y criterios pedagógicos-didácticos actuales ...para el diseño de propuestas educativas...con el uso de TIC en cualquier modalidad que se aplique” Uncuyo, SIED [7]

Esta forma de educación está incluida por la Universidad Nacional de Cuyo en su plan estratégico 2021, en su punto 12 “Fortalecimiento y diversificación de la modalidad de educación a distancia y promoción del uso de las tecnologías de la información y la comunicación en los procesos de enseñanza y aprendizaje, tanto en los ámbitos educativos presenciales como virtuales”

Según el Ministerio de Educación y deportes [2], se entiende por “educación a distancia a la opción pedagógica y didáctica donde la relación docente-alumno se encuentra separada en el tiempo y/o en el espacio,

durante todo o gran parte del proceso educativo, en el marco de una estrategia pedagógica integral que utiliza soportes materiales y recursos tecnológicos, tecnologías de la información y la comunicación, diseñados especialmente para que los/as alumnos/as alcancen los objetivos de la propuesta educativa”

Para la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo) [6], “la educación a distancia propone formas específicas de mediación de la relación educativa entre los actores del proceso enseñanza-aprendizaje con referencia a un determinado modelo pedagógico y didáctico específico coherente con las metas político-institucionales. La UNCuyo trabaja a partir de un modelo pedagógico institucional impregnado por los principios de la calidad académica, colaboración, igualdad de oportunidades, democratización del conocimiento y desarrollo tecnológico”

Al desarrollar los espacios virtuales del ingreso se adoptó el enfoque constructivista, donde los aspirantes deben estar comprometidos y ser responsables en la construcción de su propio aprendizaje. Es fundamental en este nuevo desafío que el estudiante acceda al conocimiento de manera colaborativa junto a sus profesores y otros aspirantes, como se logró con las clases de consulta virtual y los foros.

Como menciona Sancho [4] “ser competente en el rol de estudiante digital incluye ser competente socialmente, es decir, relacionarse con los compañeros con el fin de establecer una comunidad de aprendizaje mutuamente enriquecedora, ser competente en aprender tanto individualmente como en grupo, y también asumir una responsabilidad activa en el aprendizaje”

Introducción

Uno de los fines de la política educativa en Argentina es asegurar igualdad de

oportunidades en el acceso a la educación universitaria y permanencia en ellas. Sin embargo, hasta el año 2019 en la licenciatura en Ciencias de la Computación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo menos del 30% de los aspirantes ingresan a la carrera, y solo el 60% de los alumnos lograba cursar la totalidad de las asignaturas del segundo semestre. El primer porcentaje va en detrimento de la igualdad en oportunidad de acceso a la institución y el segundo pone en riesgo la permanencia en ella.

En el plan estratégico de la Universidad Nacional de Cuyo 2021 [9] uno de sus objetivos incluye “Responder a la creciente demanda de educación superior en todos sus niveles, asegurando gratuidad e inclusión con calidad y pertinencia, y promoviendo una formación integral y de excelencia.”. Para ello en su línea estratégica indica el “Desarrollo de mecanismos permanentes para eliminar las brechas sociales, culturales y educativas de los estudiantes preuniversitarios y universitarios” y “Fortalecimiento de las políticas de ingreso, permanencia y egreso de los estudiantes”. Asegurar la igualdad de oportunidades se puede traducir entre otros aspectos en garantizar el desarrollo de las mismas competencias en todas las personas. Esto implica oportunidad de acceso a las instituciones educativas y de permanencia en ellas.

Por eso es muy importante el análisis de esta experiencia, donde, debido a la pandemia se debió transformar el ingreso a la LCC de semi presencial a virtual.

Descripción de la experiencia

El trabajo que se desarrolla desde la Dirección de Ingreso es continuo a lo largo de todo el año, a finales del mes de marzo de cada año finaliza un ciclo con la elevación a Secretaría Académica de los ingresantes y ya en el mes de abril se comienza con la preparación de las

condiciones de admisibilidad que regirán el ingreso a la Facultad de Ingeniería en el próximo ciclo lectivo

Las etapas y los objetivos que deben cumplirse son:

- Confrontación vocacional.
- Nivelación del desarrollo de las competencias generales y específicas para cada carrera. Para la carrera de Licenciatura en Ciencias de la Computación los módulos son Matemática y Resolución de Problemas.
- Ambientación universitaria
- ALFIN-SID: El programa ALFIN (Alfabetización Informacional) y de biblioteca (SID)

La situación de pandemia que nos afecta a partir de finales del 2019 hizo que se vieran alterados los plazos de presentación de las condiciones de admisibilidad para el ciclo lectivo 2021 como así también una reelaboración de éstas, las cuales se iban ajustando a medida que evolucionaba la situación sanitaria. Tradicionalmente en el mes de mayo de cada año se presentan en el Consejo Directivo de la Facultad las condiciones que regirán el ingreso para el ciclo lectivo siguiente, las particularidades de este año hicieron que se presentaran en el mes de agosto cuando ya se tenían algunas certezas respecto de la situación epidemiológica. Teniendo en cuenta la situación se estableció que:

- El curso de ingreso se implementaría totalmente en modalidad virtual, salvo los exámenes globales presenciales, los cuales en un primer momento se habían establecido para el mes de diciembre, que luego ante el no mejoramiento de la situación sanitaria debieron trasladarse al mes de febrero junto con los correspondientes recuperatorios.

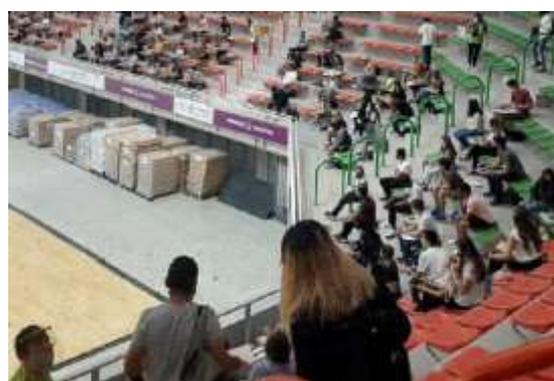
- Se estableció la inscripción virtual durante la primera quincena de septiembre, esto implicó un fuerte trabajo en conjunto con la Dirección de Informática de la Facultad para adaptar el sistema SIU Guaraní de pre inscripción a las condiciones de virtualidad.
- Durante la segunda quincena del mes de septiembre se realizó la adaptación de los servidores para soportar las Aulas Virtuales del Curso de Ingreso y se dio de alta a las aspirantes pre-inscriptos.
- Entre los meses de octubre y noviembre se desarrolló el curso de ingreso en modalidad virtual, en el cual trabajaron las dos coordinadoras disciplinares y veinte docentes en la elaboración de videos explicativos de los diferentes temas, ejercicios con resolución guiada, ejercicios propuestos, autoevaluaciones optativas para los aspirantes con el formato de los exámenes globales, más de 20 horas de consultas semanales por medio de la plataforma Zoom y foros de consulta. Debido a la postergación de los exámenes durante el mes de diciembre se continuó con los horarios de consulta y se publicaron en las Aulas Virtuales modelos de exámenes de años anteriores para que los aspirantes pudieran orientarse mejor en el formato de la ejercitación y en la complejidad de los mismos.

Hacia finales del mes de noviembre se estableció un segundo periodo de inscripción para rendir directamente los exámenes globales sin realizar el curso de ingreso.

Durante todo el Curso de Ingreso se trabajó fuertemente interrelacionados con la Dirección de Informática y la Dirección de Alumnos para salvar los inconvenientes en cuanto a la preinscripción en el sistema SIU Guaraní

A principios del mes de diciembre las autoridades de la Facultad toman la decisión de posponer los exámenes al mes de febrero, a partir de ese momento comienza un arduo trabajo junto con la Sub Secretaría de Deportes

de la provincia de Mendoza para lograr la implementación de los exámenes presenciales en el estadio cubierto Aconcagua Arena ya que se estudió en conjunto con el comité epidemiológico que era un lugar seguro desde el punto de vista sanitario. Es de destacar el trabajo realizado desde el ASSA (Área Seguridad, Salud y Ambiente) de la Facultad para la elaboración de los protocolos específicos para la toma de los exámenes en el ECAA (Estadio Cubierto Aconcagua Arena) que implicó la capacitación de docentes, coordinadores y personal de apoyo, junto con el apoyo económico desde la Secretaría Económico Financiera para solventar los gastos en material y de limpieza que implicaba lo que realmente fue un desafío importante y que con un gran trabajo en equipo pudo llevarse adelante realizando las observaciones y correcciones que fueran necesarias dadas la particularidad y la novedad que implicaba la situación.



[10]Fuente MendoVoz

Inscriptos a la LCC

La cantidad de aspirantes preinscriptos para el curso de ingreso 2021 a la carrera de Ciencias

de computación creció un 67% respecto al año anterior. Podemos observar en la siguiente tabla cómo evolucionó la inscripción a la LCC, desde 2017 a 2021

Año	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020	Año 2021
Inscritos	114	112	150	183	307

Cuadro 1. Evolución de la inscripción a la LCC

Fuente de elaboración propia

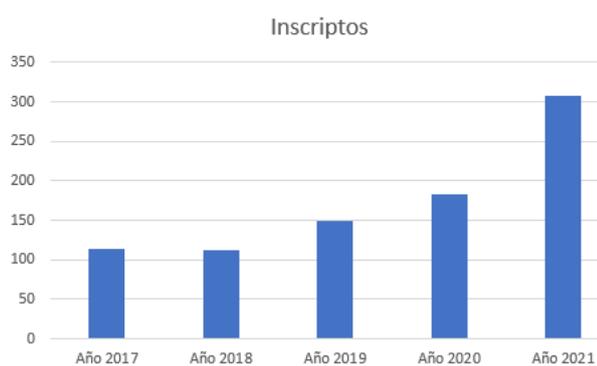


Gráfico 1. Evolución de la inscripción a la LCC

Fuente propia

Resultados

Confrontación Vocacional

La primera exigencia del Curso de Ingreso es la realización de las diferentes actividades virtuales correspondientes a Confrontación Vocacional. Las mismas los aspirantes debían realizarlas durante el mes de octubre con el acompañamiento desde el servicio de apoyo pedagógico y orientación al estudiante (SAPOE). La cantidad de aspirantes de la LCC que aprobaron esta primera exigencia fue 165 de los 307 que se preinscribieron originalmente, o sea el 54%.

Autoevaluaciones de Matemática

Durante los meses de octubre y noviembre los aspirantes podían realizar autoevaluaciones optativas quincenales de Matemática. El siguiente gráfico muestra el número de aspirantes de la LCC que rindió cada una de estas evaluaciones:

Autoevaluación de matemática	Cantidad de aprobados	Cantidad de desaprobados	Cantidad de ausentes
AE1	40	78	189
AE2	36	82	189
AE3	52	38	189
AE4	33	38	236

Cuadro 2. Resultados de autoevaluaciones en 2020

Fuente de elaboración propia



Figura 2. Resultados de autoevaluaciones en 2020

Fuente de elaboración propia

Módulo de Matemática.

A partir de un informe elaborado por la coordinadora disciplinar, profesora Liliana Collado, se pudo observar que se mantuvo la estructura de contenidos de años anteriores, transformando las presentaciones de Power Point ya existentes, a las cuales se les agregó aclaraciones en audio de cada uno de los profesores del equipo docente,

Se complementó el material con:

- Archivos en formato pdf de la resolución completa y detallada de cada ejercicio propuesto para estudio.
- Archivos en formato pdf con ejercicios propuestos para que los aspirantes los resolvieran en forma autónoma sin obligación de presentación.
- Clases de consulta de docentes del equipo desarrolladas en horarios no superpuestos y abarcando todos los días de la semana académica.
- Foros que en un principio se presentaban con preguntas planteadas para que los

aspirantes respondieran a las mismas y que generaran por parte de ellos otras preguntas sobre el aprendizaje tratado en la semana. Cada docente estaba a cargo de un foro y respondía en general, pasado un tiempo prudencial después de presentar la pregunta inicial.

- Autoevaluaciones como ejercitación previa y de repaso para los exámenes presenciales, cuyo puntaje no tenía peso sobre dicho examen.
- Desarrollos de exámenes finales de años anteriores con el objeto de familiarizar a los aspirantes con el tipo de enunciado solicitado en tal ocasión.
- Archivos en formato pdf con texto de estudio sobre algunos temas específicos.
- Bibliografía sugerida sobre textos de educación media digitalizados por el Ministerio de Educación de la Nación.

Evaluaciones presenciales de matemática:

Por el contexto de pandemia, el examen de matemática fue presencial en el estadio Arena Aconcagua.



[11] Fuente Diario Uno

Dado que el aspirante no iba a tener los recursos y comodidad que habrían tenido en un aula, se decidió cambiar el formato del examen a múltiple opción.

La evaluación de recuperación se propuso con formato de solicitud de respuesta escrita por el aspirante para cada ejercicio propuesto.

Al no poder realizar de manera presencial la muestra del examen desarrollado por cada aspirante se recibieron los reclamos, se revisaron los exámenes y se respondió a cada uno de ellos en forma individual a través de mensajería del Aula Virtual.

Exámenes presenciales en el Estadio Cubierto Aconcagua Arena (ECAA)

A principios del mes de diciembre las autoridades de la Facultad decidieron posponer los exámenes presenciales para el mes de febrero y dado que la situación de pandemia exigía condiciones de distanciamiento, se comienza un trabajo en conjunto con las autoridades de la Facultad de Ciencias Médicas y el gobierno de la provincia para analizar la viabilidad de tomar los exámenes de ingreso de ambas facultades en el ECAA. Una vez que se considera que están dadas las condiciones para implementar los exámenes en el ECAA se comienza a trabajar a principios del mes de enero en dos líneas de acción, por un lado la correspondiente a los protocolos COVID que debían implementarse y que fueron desarrollados por ASSA de la Facultad y por otro lado todo lo referente a la logística que implicaba la implementación de los exámenes: adquisición de materiales específicos, elementos de protección personal para docentes y becarios, limpieza de las instalaciones, señalética, elementos de sanitización.

En las semanas previas a la implementación de los exámenes en el ECAA, desde la Dirección de Ingreso junto con Secretaría Académica y ASSA se elaboraron instructivos para los aspirantes de manera que estuvieran informados respecto del lugar donde serían implementados los exámenes presenciales, las formas de acceso, cómo desplazarse y

comportarse de manera de cumplir con el protocolo establecido.

Por medio de mensajes y publicaciones en el Aula Virtual se les recordaba los días previos a los exámenes los horarios y los elementos que debían llevar a cada uno de ellos, entre los cuales se hacía referencia a la obligatoriedad de la DDJJ de salud

Se elaboraron 3 instructivos

UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO FACULTAD DE INGENIERÍA Curso de Ingreso 2021

Instructivo número 1: Lugar destinado a la toma de exámenes, consideraciones y elementos a llevar

Estimados aspirantes, les informamos que los exámenes finales de Matemática (5 de febrero de 2021), Física (12 de febrero de 2021), recuperatorio de Matemática (19 de febrero de 2021) serán realizados en el Estado Cuberto Aconcaque Arena (ECAA).



El ECAA se encuentra en el Barrio General San Martín y su ubicación se ilustra en la siguiente imagen:



y en el siguiente vínculo: <https://maps.app.goo.gl/Pw4W5uH8Gv05F1A>

UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO FACULTAD DE INGENIERÍA Curso de Ingreso 2021

Instructivo número 2: Ingrese el Estado Cubierto Aconcaque Arena

Estimados aspirantes, les informamos que para los exámenes finales de Matemática (5 de febrero de 2021), Física (12 de febrero de 2021), recuperatorio de Matemática (19 de febrero de 2021) que se tomarán en el Estado Cubierto Aconcaque Arena (ECAA), el recorrido para ingresar es el siguiente:



1. Se ingresa por el lugar indicado en la siguiente imagen como "Acceso a parque deportivo por pargole norte", ubicado en Avenida del Libertador frente al Parque de los Pueblos Originarios.



El mencionado acceso está ubicado unos 300 metros al este del canal "Mendoza Argentina" que se muestra en la imagen adjunta.



UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO FACULTAD DE INGENIERÍA Curso de Ingreso 2021

Instructivo número 3: Ingreso al sector asignado y desarrollo del examen

Estimados aspirantes LES RECORDAMOS QUE DURANTE TODO EL TIEMPO QUE PERMANEZCAN EN EL ECAA ES OBLIGATORIO TENER COLOCADO DE FORMA CORRECTA (TAPANDO MENTÓN, BOCA Y NARIZ) EL BARBEJO O TABABOCA). Una vez que ustedes lleguen al sector que se les ha asignado para el examen, serán recibidos por un docente y el procedimiento de acreditación será el siguiente:

1. Deberán mostrar al docente su DNI (puede ser el tradicional, digital por medio de la aplicación mi Argentina o constancia de extrivio).
2. El docente verificará que se encuentre en el listado de ese sector.
3. En el ingreso al sector asignado, usted deberá apagar su teléfono celular y colocarlo en una bolsa que será provista por el docente. Esta bolsa será cerrada y deberá guardarla en su mochila o bolsa mientras esté en el sector asignado para el desarrollo del examen. La bolsa que contiene el celular solo será abierta, con autorización del docente, al retirarse del sector asignado.
4. El docente verificará que su cartón, madera, md, tablero de dibujo, etc., se encuentre sin ningún tipo de escritura.
5. El docente le entregará en un sobre cerrado su examen y un suflite lo indicará cuál es su ubicación. El sobre cerrado con su examen solo podrá ser abierto cuando desde la Coordinación General se anuncie que se puede abrir y comienza el tiempo del examen. Esto ocurrirá cuando todos los estudiantes estén ubicados, y se usará el sistema de audio del estadio.
6. Una vez en el lugar asignado solo podrá tener fuera de su mochila en la butaca de al lado de la cual los siguientes elementos:
 - Lápiz o portaminas
 - Goma de borrar
 - Lápices azul o negro
 - Calculadora. (No se permitirá la calculadora de ningún celular)
 - Botella con agua
 - Caramelos, galletas o algo dulce
 - Elementos personales de sanitización

Respecto de la implementación de los exámenes presenciales en el ECAA los aspirantes dicen:

“Bien organizado.”

“Buena solución, pero incómodo por la postura.”

“Muy incómodo realizar el examen, aunque al ser tantos chicos no hay muchas más opciones entiendo.”

“Me parece correcto, no fue muy cómodo para rendir, pero sin duda fue muy organizado”

Acompañamiento de los aspirantes

Al momento de repensar y redefinir el curso de ingreso se consideró que en la virtualidad era fundamental el acompañamiento de los aspirantes no sólo desde lo disciplinar sino también desde lo actitudinal y afectivo.

Desde lo disciplinar el acompañamiento se realizó por medio de las clases de consulta sincrónicas vía Zoom y por medio de foros.

Desde lo actitudinal y afectivo el acompañamiento se realizó mediante mensajes

y publicaciones desde la Dirección de Ingreso y desde el SAPOE.

Resultado de los exámenes globales de matemática

Examen global: se inscribieron para rendir 117 aspirantes de la LCC, de los 307 inscriptos.

	Aprobados	Desaprobados	Ausentes
Licenciatura	23 (20%)	84 (72%)	10 (8%)

Cuadro 3. Resultados de global de matemática 2021

Fuente de elaboración propia

Examen Recuperatorio: se inscribieron 78 aspirantes de la LCC

	Aprobados	Desaprobados	Ausentes
Licenciatura	2 (3%)	70 (90%)	6 (7%)

Cuadro 4. Resultados de recuperatorio de matemática 2021

Fuente de elaboración propia

Examen global de Resolución de Problemas

El examen global de Resolución de Problemas lo rinden los aspirantes de la Licenciatura en Ciencias de la Computación que previamente hayan aprobados el módulo de Matemática más los aspirantes de otras carreras que habiendo aprobado el módulo de Matemática solicitaron cambios en su carrera de inscripción, es decir 26 aspirantes. Los resultados obtenidos fueron los siguientes

Aprobados	24 (92%)
Desaprobados	1 (4%)
Ausentes	1 (4%)

Cuadro 4. Resultado global resolución de problemas

Fuente de elaboración propia

Examen recuperatorio de Resolución de Problemas

Están habilitados para rendir el examen recuperatorio los aspirantes que desaprobaron o estuvieron ausentes en el examen global de Resolución de Problemas, es decir 2 aspirantes. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Aprobados	1
Desaprobados	0
Ausentes	1

Cuadro 6. Resultados recuperatorios resolución de problemas 2021

Fuente de elaboración propia

Implicaciones:

De los 307 aspirantes, 25 (8%) ingresaron, 243 accedieron al campus virtual, pero 117 aspirantes se inscribieron a rendir el global presencial de matemática y 107 se inscribieron para rendir el examen recuperatorio de matemática.

Desde resolución de problemas se realizaron encuestas a los aspirantes, los cuales al llegar a esta instancia ya habían aprobado matemática, y estas son las observaciones:

El 86% reconoció que le resultó fácil o muy fácil el uso del aula virtual

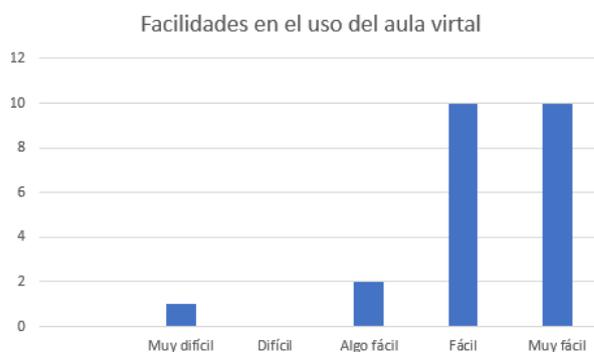


Figura 3. Encuesta, facilidad de uso de plataforma

Pero al 56% les resultaron difíciles los cuestionarios de la plataforma.

Dado que los exámenes presenciales de resolución de problemas se rindieron en la Facultad, se sintieron mucho más cómodos y solo eran 25 aspirantes a la LCC.



Examen de resolución de problemas en la Facultad de Ingeniería

Cómo seguimos

La pandemia aceleró un proceso que venía desarrollándose al incluir el uso de plataforma, llamada Aula Abierta, en la facultad para el ingreso desde hacía unos años.

Si bien antes era semipresencial el cursado, el desarrollo de materiales mediados fue un avance que deberemos mejorar y mantener en los próximos años.

El mayor obstáculo fue rendir el primer examen global en el Arena Aconcagua, eso provocó en los aspirantes algo de malestar, si tenemos en cuenta algunas observaciones hechas por ellos en la encuesta realizada desde Resolución de problemas:

“Tenía un poco de miedo, debido a que pensaba que los nervios y la presión me jugarían una mala pasada, pero no fué así. Una vez dentro del Arena, me sentí sumamente cómodo”

“Lo que fue rendir en el estadio Aconcagua me pareció totalmente antipedagógico, rendir sin un banco sobre una tablita en tu falda, totalmente incómodo e impensado. Lo que fue rendir resolución de problemas en la facultad fue totalmente lo contrario, mucho más cómodo, sin tantas presiones y con el apoyo de los profesores.”

“Fue una experiencia muy cansadora, estuvimos demasiado tiempo y super incómodos.”

Conclusiones

A partir de un análisis de la evolución de los 5 ingresos realizados hasta ahora, se puede observar en el cuadro 7 que el año 2021 fue el año con mayor cantidad de inscriptos y menor cantidad de ingresantes, solo 25 (8%).

Año	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020	Año 2021
Ingresantes	31	32	46	35	25
Inscriptos	114	112	150	185	307

Cuadro 7. Evolución de inscriptos/ingresantes desde 2017

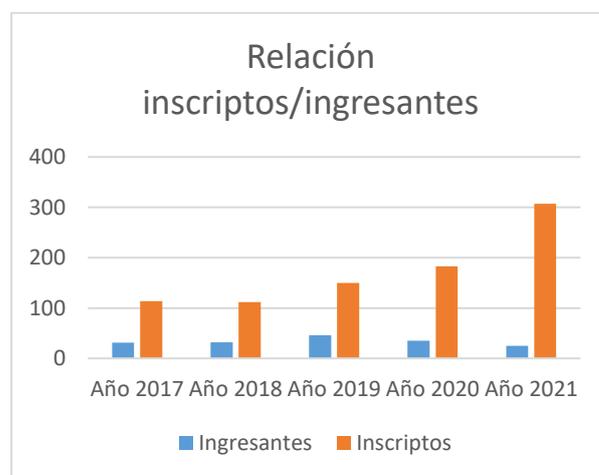


Figura 4 Evolución de inscriptos/ingresantes desde 2017

Esperamos que el ingreso 2022 pueda volver a la utilización de las aulas de la Universidad Nacional de Cuyo, que se utilizan habitualmente para estos exámenes, y el uso del Arena Aconcagua quede como un recuerdo y experiencia que puso a prueba todas las acciones de logística implementadas.

Esta experiencia dejó una preocupación, si bien la cantidad de inscriptos superó la cantidad de otros años, preocupa desde la LCC el poco rendimiento de los aspirantes, desde las actividades de confrontación vocacional, donde solo 54% realizaron sus actividades.

Es importante tener en cuenta que solo hicieron algunas actividades de autoevaluación de matemática el 39%, o sea 189 aspirantes (61%) no realizaron las autoevaluaciones de matemática.

Quedó en evidencia un problema en las actividades de los aspirantes. Las causas pueden ser múltiples, quizá no pudieron lograr el hábito de estudio que requiere la virtualidad, o la conectividad de sus hogares no les permitió seguir sus estudios. No podemos resumir las causas de manera tan simple, consideramos fundamental continuar con una investigación que permita concluir de manera fehaciente cuales fueron las razones que llevaron a los aspirantes a abandonar el curso de ingreso sin realizar ninguna o poca actividad.

Bibliografía

- [1] Sonia Araujo, “Entre el ingreso y la graduación: el problema de la democratización en la universidad”, en Espacios en Blanco. Revista de Educación, núm. 27, pp. 35-61. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina, , junio 2017
- [2] Ministerio de educación y deportes, Coneau.
https://www.coneau.gov.ar/archivos/form09p osg/ResMED2641_17.pdf
- [3] Milena Ramallo y Víctor Sigal, Los sistemas de admisión de las Universidades en la Argentina, Universidad de Belgrano, Buenos Aires, 2010
- [4] Sancho, T. El aprendizaje en un entorno virtual y su protagonista, el estudiantado virtual. En BG Evaluación y retos de la educación virtual. Construyendo el elearning del siglo XXI, Barcelona, 2011
- [5] Pablo Tovillas, D. de Michele, H. G. R. Igarza; editado por Jorge Lafforgue; Laura Romero. Los sistemas institucionales de Educación a Distancia: análisis de la primera experiencia de evaluación y validación 1a ed.- Ciudad Autónoma de Buenos Aires. CONEAU-Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria, 2021.
- [6] Universidad Nacional de Cuyo Consejo superior Uncuyo, Ordenanza nro 28/2021. Obtenido de bases pedagógicas <http://uncuvirtual.uncuyo.edu.ar/upload/bases-pedagogicas.pdf>
- [7] Universidad Nacional de Cuyo, Sistema institucional de educación a distancia, Res.4280/2018
- [8] Universidad Nacional de Cuyo, UNCVirtual.
<http://uncuvirtual.uncuyo.edu.ar/quienes-somos>
- [9] Universidad Nacional de Cuyo (2014): Plan estratégico
<http://www.uncu.edu.ar/planificacion/upload/plan-estrategico-1.pdf>, 2021.
- [10] www.mendovoz.com/actualidad/provinciales/2021/2/5/estudiantes-rinden-el-ingreso-la-uncuyo-en-el-arena-aconcagua-96788.html
- [11] Diario Uno
www.diariouno.com.ar/sociedad/ingreso-medicina-y-ingenieria-se-rendira-el-aconcagua-arena-n757812

Mediación tecnológica en un curso de Matemática para el Nivel Medio en el contexto de la pandemia

Prof. Mariana Gubaro

Instituto Arte Nuevo, Río Tercero, Córdoba, Argentina

gubaromariana@gmail.com

Resumen

En el contexto de la pandemia de Covid-19, con la suspensión de clases presenciales en el Nivel Medio, se diseñó una secuencia didáctica mediada tecnológicamente para la Asignatura Matemática de 4° Año. Desde la planificación y el análisis de cada propuesta, se integraron diversos materiales hipermediales, experimentación, resolución de problemas y modelización. Esta metodología motivó la participación y compromiso de los alumnos con la Asignatura, favoreció sus aprendizajes y la posibilidad en ellos de acceder paulatinamente a procesos cognitivos de orden superior.

Palabras clave: Mediación tecnológica; Matemática; Nivel Medio

Introducción. Contexto en el que se llevó adelante la experiencia.

Al comienzo del ciclo lectivo 2020, la pandemia de Covid 19 irrumpió de un modo inesperado transformando nuestra vida, modos, y posibilidades. Esta situación impactó, como en muchos otros ámbitos, fuertemente en el Sistema Educativo en el Nivel Medio en la República Argentina, que no estaba preparado para enfrentar esta contingencia. Ni desde los contenidos obligatorios, ni desde sus sistemas de enseñanza y acreditación, como tampoco desde las posibilidades de acceso a tecnología y modos efectivos de utilizarla, en muchos de sus alumnos y docentes.

Al determinarse la suspensión de la presencialidad (prevista inicialmente para pocos días, pero que luego se fue prolongando cada quince días, lo que no permitía obtener certezas sobre los meses posteriores), muchos docentes intentaron replicar las mismas clases que llevaban adelante en el aula. Fueron implementando mensajes de audio, textos y videos caseros difundidos por grupos de WathsApp, o clases sincrónicas por Google Meet o Zoom. Siguiendo a [1], los profesores se vieron obligados a incorporar las tecnologías en sus clases a distancia, antes de comprender cual era su valor, su sentido y sus problemáticas, o los aspectos didácticos que diferencian la educación mediada por tecnologías de la educación presencial.

En este contexto, el colegio¹ donde se sitúa la experiencia a la que hacemos referencia, fue proponiendo a sus estudiantes tareas enmarcadas en lo que llaman “escuela remota”. Muchos integrantes del equipo docente hemos visto esta ocasión como una oportunidad para diseñar, promover, poner a prueba nuevos modos y recorridos que pensamos superadores para la enseñanza en Nivel Medio, frente a la escuela y su organización como estaba diseñada hasta el inicio de la pandemia.

La secuencia didáctica que expondremos, se planificó e implementó en la asignatura Matemática de 4° Año del Nivel Medio, Ciclo Orientado, de la Orientación Arte-Música. Los estudiantes, adolescentes entre 14 y 16 años, cuentan con poca autorregulación y escasas motivaciones para el estudio. Necesitan mucha presencia y acompañamiento docente. Es requisito entonces al momento de planificar una

actividad, incrementar el diálogo y disminuir la distancia con ellos; establecer puentes que los acompañen a transitar los procesos de aprendizaje y los motiven a indagar, estudiar, ser contantes, responder las preguntas que van surgiendo.

Por otra parte, en la materia sólo hay un docente, responsable del diseño de materiales, enseñanza de los contenidos, seguimiento y evaluación de los aprendizajes. Y la asignatura no se encuentra entre las materias preferidas por los alumnos en el Colegio, acentuándose esta característica en la Orientación que han elegido. Con el escenario de pandemia que obligaba a trabajar en forma virtual, la enseñanza de Matemática de un modo significativo y que además propiciara el desarrollo de la autonomía en los alumnos, fue un interesante desafío.

Planificación de la Secuencia Didáctica

En la selección de Contenidos, se eligió el de Funciones Matemáticas, por sus características de transversalidad a todo el Currículo del Ciclo Orientado, por considerarse estos aprendizajes como estructurantes y vinculantes de otros saberes matemáticos, y de inmediata transferencia a situaciones cercanas a los estudiantes. Así, los temas: Modelos Matemáticos y Funciones, diversas representaciones de las Funciones matemáticas y Función de Proporción Directa, se organizaron en cuatro bloques:

<https://drive.google.com/file/d/1p8OVfvGbFRMiw4igvBCI8I9a2jscFMQt/view?usp=sharing>²

Como se afirma en [2]:

“El modelo didáctico debe dialogar con la lógica y el lenguaje de los medios, en pos de una configuración mediática, que permita optimizar su lenguaje en el

dobles proceso de transposición didáctica y mediación...”

Por ello, se planificó la enseñanza teniendo en cuenta cada uno de los aspectos que la involucran: Objetivos, Contenidos, Actividades / Estrategias, Medios.

Los Contenidos se presentaron partiendo de lo general (modelos y conceptos de funciones) hacia lo específico (representaciones, función de proporción directa), a fin de que los estudiantes pudieran acercarse al sentido de los modelos matemáticos como representaciones de situaciones reales, y la potencia del concepto de función (y en particular, de la función de proporción directa), como herramienta para analizar y predecir fenómenos de cambio donde intervienen dos variables.

Se detallaron cada uno de los Objetivos para alcanzar los contenidos buscados, y se diseñaron Actividades en donde los conocimientos intervienen en más de un marco (numérico, gráfico, algebraico, geométrico), profundizando paulatinamente los conceptos, y trabajando en el tratamiento y conversión de una representación a otra.

En cuanto a los Medios utilizados, en las guías didácticas se incluyeron sitios educativos de libre acceso³, materiales didácticos producidos por FaMAF⁴, videos y actividades en sitio web de producción propia. Luego de la presentación de los conceptos generales, a partir del Bloque 02 se incorporó a todas las actividades el trabajo con la aplicación Geogebra⁵ como sistema de representación activo y proveedor de dominios de abstracción, a fin de favorecer la exploración y la investigación como medios para aprender Matemática

El acceso a cada encuentro o actividad propuesta, se realizó mediado por la Plataforma educativa Edmodo⁶, desde el aula virtual del curso. Además se realizaron

algunos encuentros sincrónicos mediados por videoconferencia.

De este modo, se procuró diseñar una secuencia de actividades donde la interacción, comunicación con los materiales de estudio, el placer de estudiar y la empatía con el docente, favorezca el estudio a distancia [3], como también el diálogo interactivo y la autonomía del alumno, atendiendo a la distancia transaccional [4]. Respecto al recorrido de los contenidos, que permitiera a los alumnos no sólo comprender los temas propuestos, sino ir accediendo paulatinamente a procesos cognitivos de orden superior: aplicar, analizar, evaluar, crear.

Cada una de las actividades, atienden a un propósito determinado, y pueden analizarse desde diversas miradas:

- por tipo de estrategia cognitiva [5]
- por la acción profesor – alumno [6]
- por el propósito didáctico y el protagonista de la actividad [2]

En el **Cuadro 1: “Análisis secuencia didáctica modelos y funciones”**, se describen las actividades planificadas y el análisis de cada una de ellas. También se puede acceder al material generado desde el enlace citado en dicho documento.

Resultados

La secuencia se desarrolló en el segundo semestre del 2020, del modo descrito en el Anexo 1, con una frecuencia quincenal entre cada encuentro y entrega de actividades correspondientes.

En la evaluación de la propuesta se ha tenido en cuenta el desempeño académico alcanzado por los alumnos a lo largo del proceso, y se ha realizado un diálogo con ellos al finalizar la misma, a fin de recibir sus percepciones en cuanto a fortalezas y debilidades.

Esta metodología guiada y mediada por tecnologías favoreció mucho el aprendizaje de los alumnos, que en su mayoría pudieron apropiarse de los contenidos propuestos, a diferencia de años anteriores donde una mayor proporción de estudiantes presentaron dificultades para aprobar.

Uno de los aspectos positivos sobresalientes en la evaluación, fue el que los alumnos pudieran contar con la posibilidad de acceder las veces que lo necesitaran al material multimedial ofrecido. Esto marcó una importante diferencia con las clases tradicionales en el colegio, donde la explicación del profesor sólo se escucha una vez, y se debe esperar al próximo encuentro para revisar las dudas que puedan surgir.

El contar con diversos materiales educativos, motivó la participación y compromiso de los alumnos con la asignatura, y favoreció el acceso a diferentes estilos de aprendizaje. Las actividades con feedback inmediato no sólo resultaron motivadoras y facilitadoras del aprendizaje para los alumnos, sino que además fueron de gran ayuda para el docente, al disminuir las consultas y volumen de correcciones a realizar.

La decisión didáctica de trabajar desde lo general a lo específico, partiendo de modelos, luego funciones, y posteriormente funciones de proporción directa; desde enfoques simultáneos (lenguaje coloquial, representaciones en tablas, gráficas y analíticas), y retomando los conceptos vistos para comprender los nuevos, permitió a los estudiantes establecer relaciones entre los saberes matemáticos abordados. Como trabajo integrador, lograron diseñar una modelización simple de una situación en su hogar que pudiera representarse por medio de una función de proporción directa, incluyendo los pasos de identificar variables independiente y dependiente, tomar medidas, formar pares ordenados, desarrollar la función, representarla gráficamente y establecer suposiciones a partir de ella.

El poder contar con una secuencia didáctica planificada, mediada por el aula virtual, y con actividades quincenales, colaboró en la comprensión y maduración de los aprendizajes por parte de los estudiantes, y permitió a la Docente acompañar este proceso en ellos, a partir de sus producciones y consultas.

Implicaciones

Consideramos que la secuencia implementada ha sido un buen punto de partida, y en los siguientes ciclos hemos previsto enriquecerla con nuevos recursos:

- Presentar cada uno de los encuentros / temas mediante una animación desarrollada en Genial.ly⁷ el desarrollo de una historia generada en Powtoon. Cada capítulo de la misma servirá de introducción y contexto a la actividad propuesta a los estudiantes.
- Trabajo Colaborativo en Foro: Incluir una propuesta de trabajo en foro, adecuada a las edades de los participantes [7].

Las presentaciones y actividades generadas para cada encuentro y etapas del foro se encuentran disponibles en los siguientes enlaces del Cuadro 2: “Presentaciones animadas y actividades para implementación secuencia didáctica 2021”.

Agradecimientos

No queremos finalizar el desarrollo de este Trabajo, sin agradecer por los conocimientos y la guía aportados en forma permanente, a los docentes de la Especialización en Tecnología Informática Aplicada en Educación, Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. En especial a la Dra. Cecilia Sanz, por su orientación y apoyo.

Conclusiones

En base a la experiencia realizada, observamos que a pesar de haber transitado el año 2020 en un contexto de incertidumbre, se han podido generar propuestas significativas en el contexto de educación mediada, también para el Nivel Medio. Para alcanzar los objetivos propuestos ha sido necesario contar con la planificación, atendiendo sus distintas vías de acceso [2], a fin de que la tecnología sea un medio propicio para alcanzar los aprendizajes, y no sólo una pantalla donde transmitir la clase grabada o un documento textual para leer por parte de los alumnos. Creemos que es necesario continuar profundizando y experimentando en la transposición didáctica y mediación de contenidos para este Nivel de enseñanza.

Cuadro 1: “Análisis secuencia didáctica modelos y funciones”

Encuentro / Clase (*)		Análisis				Objetivos ¿para qué?	Contenidos ¿qué?	Medios / recursos ¿con qué?	Actividades ¿cómo?
		Estrategia cognitiva	Acción profesor alumno	Propósito didáctico	Protagonista de la actividad				
BLOQUE 01 1 asincrónica mediada guía didáctica en Edmodo presentada en video ad-hoc	1.1	Absorción Acción	Exponer – captar orientar - ejecutar	Comprensión Motivación (recurso)	Docente	Definir qué es un modelo. Comprender la utilidad de los modelos como representaciones simplificadas de la realidad	Concepto de modelo (general)	Galería de imágenes (Ardora)	Leer la definición. Luego se presentan situaciones para identificar si corresponden a un modelo para representar en forma simplificada la realidad. Y de ser así, cuál sería ese modelo.
	1.2	Absorción	Exponer – captar	Comprensión Motivación (recurso)	Docente	Presentar características y ejemplos de los modelos matemáticos	Concepto de modelo matemático	Página multimedia con definición y video con ejemplos (Ardora)	Leer texto con definición. Ver el video. Registrar en carpeta usos de modelos matemáticos
	1.3	Absorción Acción	Exponer – captar Orientar - ejecutar	Comprensión Motivación (recurso)	Docente	Definir relación y función. Comprender características y reconocer diferencias	Conceptos de relación y función	Libro digital (Ardora)	Leer y analizar definiciones y ejemplos; reconocer diferencias
BLOQUE 01 2 sincrónica mediada por Zoom presentac. PPT	2.1	Absorción	Exponer – captar	Diagnóstico Comprensión	Docente	Recuperar conocimientos – resumir aspectos principales - corregir errores – despejar dudas	Conceptos: Modelos – Relación - Función	Presentación PPT y recursos multimediales de actividad 1	Revisión conceptos y respuestas actividad anterior (1.1, 1.3) – revisión errores – espacio para consultas – presentación nueva actividad
	2.2	Absorción	Exponer – captar	Comprensión Motivación (recurso)	Docente	Identificar conceptos referidos al estudio de funciones matemáticas	Conceptos: dominio, imagen, continuidad, crecimiento, máximos, mínimos, representaciones	Panorama interactivo con definiciones y ejemplos (Ardora)	Leer y analizar cada definición con su ejemplo; copiar en la carpeta del alumno
	2.3	Absorción Conexión	Exponer – captar Orientar - ejecutar	Comprensión Integración	Aprendizaje individual: práctica guiada	Analizar situación problemática, establecer relaciones entre datos del problema y su representación como función. Integrar diferentes representaciones para una misma función.	Representación de funciones mediante expresión verbal, tablas, gráficos	Guía didáctica con ejemplo desarrollado (situación problema, tablas, gráficos) y preguntas de comprensión	Leer y analizar la situación problemática del ejemplo; responder preguntas de comprensión

Encuentro / Clase	Análisis				Objetivos ¿para qué?	Contenidos ¿qué?	Medios / recursos ¿con qué?	Actividades ¿cómo?	
	Estrategia cognitiva	Acción profesor alumno	Propósito didáctico	Protagonista de la actividad					
BLOQUE O2 3 asincrónica mediada por Edmodo presentada en video ad-hoc guía didáctica	3.1	Acción	Orientar - ejecutar	Comprensión Motivación (recurso)	Aprendizaje individual: simulación - práctica guiada	Analizar relación funcional entre variables independiente y dependiente (relación causa - efecto)	Función representada en tabla de valores, variable independiente X, variable dependiente Y	Material multimedia educativo con feedback inmediato	Modificar longitud polígono (X) y observar variación en el valor del área del mismo (Y); completar tabla con valores hallados. Copiar definiciones y tabla valores
	3.2	Absorción	Exponer - captar	Comprensión Motivación (recurso)	Docente	Conocer / recordar conceptos: gráficos cartesianos y coordenadas que identifican los pares ordenados	Representación gráfica de pares ordenados (x;y) en gráficos cartesianos	Animación (PicPac)	Ver Animación
	3.2	Acción Conexión	Orientar - ejecutar Demostrar - practicar Retroalimentar - ejecutar	Comprensión Aplicación Motivación (recurso)	Aprendizaje individual: práctica guiada	Relacionar ubicación de puntos en un plano con sus coordenadas (x;y) asociadas; analizar signos + y - de coordenadas según cuadrante en el gráfico	Representación gráfica de pares ordenados (x;y) en gráficos cartesianos	Simulador Geogebra - hoja cuadriculada, regla, lápiz	Marcar puntos en Geogebra, observar coordenadas asociadas; copiar puntos y pares (x;y) en carpeta (2 por cuadrante). En simulador, escribir 2 pares (x;y) por cuadrante y ver ubicación en plano del simulador; traspasar al plano en papel
BLOQUE O2 4 sincrónica mediada por Zoom actividad asincrónica mediada por Edmodo - guía didáctica y videos ad-hoc	4.1	Absorción	Exponer - captar	Diagnóstico Comprensión	Docente	Recuperar conocimientos - resumir aspectos principales - corregir errores - despejar dudas	Conceptos: Gráfico cartesiano, pares ordenados	Recursos multimediales de actividad 3	Revisión conceptos y respuestas actividad anterior (3.2) - espacio para consultas - presentación nueva actividad
	4.2	Acción Conexión	Orientar - ejecutar Retroalimentar - ejecuta	Comprensión Motivación (recurso)	Aprendizaje individual: simulación - práctica guiada (centrado en tarea)	Representar y analizar gráficas de funciones extraídas de distintas situaciones cotidianas	Función: identificación de variables, relación entre ellas, representación en esquema (simulación), tabla de valores, gráficos XY	Material multimedia educativo con feedback inmediato	a) Simulación distancia entre satélites: analizar gráfica distancia vs. tiempo b) Simulación ubicación construcción: analizar distancia a referencia vs. longitud cañerías; completar tabla de valores, ubicar puntos en plano xy, relacionar mínimo función en gráfico con pregunta

Cuadro 1: "Análisis secuencia didáctica modelos y funciones" (cont.)

Encuentro / Clase (*)		Análisis				Objetivos ¿para qué?	Contenidos ¿qué?	Medios / recursos ¿con qué?	Actividades ¿cómo?
		Estrategia cognitiva	Acción profesor alumno	Propósito didáctico	Protagonista de la actividad				
4 actividad asincrónica (cont.)	4.3	Acción	Orientar – ejecutar Retroalimentar - ejecutar	Comprensión Aplicación Motivación (recurso)	Aprendizaje individual: práctica guiada (centrado en tarea)	Recuperar conocimientos, distinguir similitudes y diferencias en gráficos XY con diferentes escalas	Gráficos cartesianos XY, escalas, pares ordenados	Material multimedia educativo con feedback inmediato (paneles gráficos Ardora)	Analizar la ubicación de diversos puntos en el plano coordenado XY, e identificarlos con su par ordenado correspondiente. Dos actividades con escalas diferentes en plano XY
BLOQUE 03 5 sincrónica mediada por Zoom	5.1	Absorción	Exponer – captar Demostrar - practicar	Comprensión Aplicación Transferencia	Docente	Transferir conceptos vistos sobre funciones a situaciones problemáticas sencillas. Identificar datos significativos y hallar relación funcional entre ellos. Organizar datos significativos en símbolos matemáticos y relaciones algebraicas, representando la relación en una fórmula. Evaluar la función generada para distintos valores. Valorar razonabilidad de los resultados de acuerdo a la situación planteada.	Modelización – funciones de proporción directa – representación por fórmula, gráficos y tablas - análisis y comparaciones	Videoconferencia – simulador Geogebra	Revisión general conceptos vistos y explicación de los nuevos (preguntas claves, modelización, representac. en Geogebra de funciones por fórmula y puntos de la misma)
actividad asincrónica mediada por Edmodo - guía didáctica	5.2	Conexión	Orientar – ejecutar Demostrar - practicar		Aprendizaje individual: práctica guiada (centrado en tarea)			Guía de actividades – Simulador Geogebra	Para distintas situaciones problemáticas, hallar su función, representar en Geogebra, generar tabla de valores; (relacionar situación con fórmula, gráfico, tabla); comparar y elegir según criterios dados
BLOQUE 03 6 sincrónica mediada por Zoom	6.1	Absorción	Exponer – captar Demostrar - practicar	Comprensión Aplicación Transferencia	Docente	Relacionar conceptos de razón y proporcionalidad directa con las funciones lineales. Desarrollar la fórmula de la función a partir de una tabla pares ordenados.	Funciones de proporción directa, relación con conceptos de razón y proporcionalidad; hallar fórmula de la función a partir de pares ordenados – análisis y comparaciones	Videoconferencia – pizarra Miró - simulador Geogebra	Revisión general conceptos vistos y respuestas actividad anterior (5.2); corrección de errores; espacio para consultas. Revisión concepto de proporción directa y explicación nuevos conceptos (hallar fórmula función proporción directa a partir de pares ordenados)
actividad asincrónica mediada por Edmodo - guía didáctica	6.2	Conexión	Orientar – ejecutar Demostrar - practicar		Aprendizaje individual: práctica guiada (centrado en tarea)			Guía de actividades – Simulador Geogebra	Para distintas situaciones problemáticas, hallar su función, representar en Geogebra, generar tabla de valores; (relacionar situación con fórmula, gráfico, tabla); comparar y elegir según criterios dados

Encuentro / Clase (*)	Análisis				Objetivos ¿para qué?	Contenidos ¿qué?	Medios / recursos ¿con qué?	Actividades ¿cómo?	
	Estrategia cognitiva	Acción profesor alumno	Propósito didáctico	Protagonista de la actividad					
BLOQUE 04 7 sincrónica mediada por Zoom actividad asincrónica mediada por Edmodo - guía didáctica y animación Genial.ly	7.1	Absorción	Exponer - captar Demostrar - practicar	Comprensión Aplicación Transferencia	Docente	Relacionar conceptos de razón y proporcionalidad directa con las funciones lineales. Desarrollar la fórmula de la función a partir de una tabla pares ordenados.	Modelización matemática - pasos básicos para modelizar funciones de proporción directa.	Videoconferencia - pizarra Miró - simulador Geogebra	Revisión general conceptos vistos y respuestas actividad anterior (6.2); corrección de errores; espacio para consultas. Explicación y pautas para realización de Trabajo Práctico (modelización) y elaboración de Informe
	7.2	Conexión	Plantear - Investigar Asesorar - consultar Supervisar - ejecutar Evaluar - ejecutar	Investigación Integración Transferencia	Aprendizaje individual: práctica guiada (centrado en tarea)	Identificar una situación problemática que pueda representarse mediante una función de proporción directa entre variables. Diseñar un modo de medir las variables escogidas relacionándolas entre ellas, y aplicarlo para hallar pares ordenados. A partir de los realizado, modelizar la función, desarrollando su fórmula. Elaborar un informe para comunicar el proceso y los resultados obtenidos	Modelización matemática: elección del problema, definición de variables y relación entre ellas, mediciones, desarrollo de función, representación de la misma, simulación de nuevos pares ordenados a partir de la función, elaboración de Informe	Guía de actividades - Simulador Geogebra Recursos adicionales según la situación escogida por el alumno.	Para distintas situaciones problemáticas, hallar su función, representar en Geogebra, generar tabla de valores; (relacionar situación con fórmula, gráfico, tabla); comparar y elegir según criterios dados Esta etapa se prevén clases de consulta y acompañamiento asincrónico para el desarrollo de los Trabajos Prácticos
Evaluación	La Evaluación es formativa, teniendo en cuenta la entrega y aprobación de las actividades solicitadas en cada clase, con una mayor importancia en el desarrollo del Trabajo Práctico como integrador de los temas abordados								

Cuadro 1: "Análisis secuencia didáctica modelos y funciones"(cont.)

(*) Encuentro / Clase: Para acceder a las guías de actividades y videos ad-hoc de cada clase, hacer click en el enlace:

<https://drive.google.com/drive/folders/1gQjzMJTK4BO2GaX3MkEPhtXznkefY5xm?usp=sharing>

Cuadro 2: “Presentaciones animadas y actividades para implementación secuencia didáctica 2021”

BLOQUE 1	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción y Encuentro 1 https://view.genial.ly/5fbb44a0e6f1410d17908e78/learning-experience-challenges-mod-y-func-storyt-intro-y-act1 • Encuentro 2 https://view.genial.ly/5fbb45f93c27ff0d28120de9/learning-experience-challenges-mod-y-func-storyt-act2
BLOQUE 2	<ul style="list-style-type: none"> • Foro – Presentación y objetivos del Foro - Consigna Primera Etapa https://view.genial.ly/5fbb24feacc43b0d17493f49/interactive-content-foro-ea-primera-etapa • Encuentro 3 https://view.genial.ly/5fbb472d3c27ff0d28120df1/learning-experience-challenges-mod-y-func-storyt-act3 • Encuentro 4 https://view.genial.ly/5fbb4862aec43b0d174940ad/learning-experience-challenges-mod-y-func-storyt-act-4
	<ul style="list-style-type: none"> • Foro – Consigna Segunda Etapa https://view.genial.ly/5fbb3a4642acc60d1e4c8781/interactive-content-foro-ea-segunda-etapa
BLOQUE 3	<ul style="list-style-type: none"> • Encuentro 5 https://view.genial.ly/5fbb493caec43b0d174940af/learning-experience-challenges-mod-y-func-storyt-act-5 • Encuentro 6 https://view.genial.ly/5fbb49e642acc60d1e4c87d7/learning-experience-challenges-mod-y-func-storyt-act-6
BLOQUE 4	<ul style="list-style-type: none"> • Encuentro 7 https://view.genial.ly/5fbb4a8b41e90b0d21fdd9ed/learning-experience-challenges-mod-y-func-storyt-act-7

Referencias

- 1: Instituto Arte Nuevo, Río Tercero, Pcia. Córdoba
- 2: Infografía de presentación de la Secuencia Didáctica para los estudiantes
- 3: cidead: Centro para la Innovación y Desarrollo de la Educación a Distancia, Ministerio de Educación y Formación Profesional, Gobierno de España, accesible desde <http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/3esomatematicas/>
- 4: Cagliero L., Facultad de Matemática, Astronomía y Física (FaMAF) de la Universidad Nacional de Córdoba, *MATEMÁTICA 12 – Funciones Serie Aprendiendo Matemática*
- 5: Geogebra: accesible desde <https://www.geogebra.org/classic>
- 6: Edmodo: acceso desde <https://new.edmodo.com>
- 7: Genial.ly: accesible desde <https://www.genial.ly>
- 8: Powtoon: accesible desde <https://www.powtoon.com>

Bibliografía

- [1]: Litwin, E. *Diseño e implementación de propuestas en línea de educación a distancia*, 2005.
- [2]: Sanz, C., Zangara, A. *Las e-actividades como elemento central en el diseño de propuestas de educación mediada. Una posible definición y clasificación*. I Jornadas Nacionales de TIC e Innovación en el Aula, 2013

- [3] : Simonson, M., Smaldino, S., Albright, M. & Zvacek, S. *Teaching and Learning at a Distance: Foundations of Distance Education (4th. Edition). Capítulo 2: Definition, History and Theories of Distance Education., Theory of Interaction and Communication - Börje Holmberg*, 2006
- [4] : Simonson, M., Smaldino, S., Albright, M. & Zvacek, S. *Teaching and Learning at a Distance: Foundations of Distance Education (4th. Edition). Capítulo 2: Definition, History and Theories of Distance Education., Theory of Transactional distance – Michael Moore*, 2006
- [5]: Horton, W. *E-learning by design*. USA: John Wiley & Sons, 2006
- [6]: Hernandez, P. *Diseñar y enseñar*. Madrid: Narcea e ICE Universidad de la Laguna, 1989
- [7]: Zañartu Correa, L., *Aprendizaje colaborativo: una nueva forma de Diálogo Interpersonal y en Red*, 2000

Bibliografía complementaria

1. Prieto Castillo, D. (2004). *La comunicación en la educación*. Ed. Ciccus, La Crujía. Capítulo 6, 1999
2. Marquès Graells P., *Los medios didácticos* , accesible desde <http://peremarques.pangea.org/medios.htm>, 2000

Otra Forma de Evaluar en Ingeniería de Software y el Uso de Rúbricas como Apoyo al Dispositivo.

Moyano Ezequiel, Matías Moncho, Daniel Aguil Mallea, Lucas Romano
Instituto de Desarrollo Económico e Innovación, UNTDF
 {emoyano, mmoncho, daguil, lromano}@untdf.edu.ar

Resumen

El presente trabajo tiene por objeto reflexionar sobre el sistema de evaluación utilizado en los últimos años en la asignatura de Ingeniería de Software I de la UNTDF, incorporando una nueva forma de evaluar los contenidos.

La evaluación formativa considera la evaluación como un trabajo cotidiano del aula, para orientar el proceso de enseñanza - aprendizaje y la toma de decisiones oportunas que beneficie a los estudiantes; debiendo contemplarse como un instrumento de mejora de la enseñanza.

La nueva forma de evaluación debe contener las características de la evaluación formativa y colaborar en la focalización de los aspectos del contenido sobre los que se quiere ofrecer una retroalimentación y contemplar los principales aspectos de validez, confiabilidad, practicidad, utilidad y justicia que amerita.

En esa línea, las rúbricas se presentan ante los alumnos, y docentes, como un documento o guía en los cuales puedan conocer los objetivos, expectativas y logros que deben alcanzar dentro de las competencias establecidas en la currícula.

Palabras clave: Sistema de Evaluación, Evaluación Formativa, Rúbricas, Ingeniería de Software.

1. Introducción

La evaluación se ha constituido en uno de los elementos más importantes del proceso de enseñanza-aprendizaje, mediante el cual el docente determina el alcance o grado de conocimientos logrado por los estudiantes respecto a los objetivos de aprendizaje.

La evaluación es parte de la propuesta de enseñanza y se constituye como un proceso sistemático, dinámico y continuo, presente durante todo el proceso educativo, desde su planificación hasta su resultado final; y no debe solamente concebirse como simple verificación de los aprendizajes.

Evaluar es visto habitualmente como sinónimo de calificar, de enjuiciamiento objetivo y preciso[1]; para la mayor parte del profesorado la función esencial de la evaluación es medir la capacidad y el desempeño de los estudiantes, asignándoles una puntuación que sirva de base objetiva para las promociones y selecciones.

Desde ese punto de vista la evaluación se utiliza como un instrumento que afecta decisivamente lo que se pretende medir, abriendo el camino a un replanteamiento de la evaluación en sí misma. Esta debe ser considerada más abarcativa y de intervención en todo el proceso de aprendizaje y no de simple constatación[1].

La evaluación resulta insuficiente si no se contempla también como un instrumento de mejora de la enseñanza[2], es decir sustituir los juicios sobre los logros y capacidades de los estudiantes exclusivamente[3], y convertirse en un dispositivo netamente formativo en todos sus aspectos (conceptual, procedimental y actitudinal).

Se pretende hacer de la evaluación un dispositivo de seguimiento y mejora continua, en la cual es preciso recordar que se trata de una actividad colectiva[1].

La evaluación tiene que jugar un papel orientador e impulsor del trabajo de los estudiantes y ser percibida como ayuda real.

Razón por la cual se implementó una nueva forma de evaluación a partir del ciclo lectivo 2018, y se la contrastó con los anteriores

dispositivos utilizados (2016-2017), obteniendo importantes resultados.

1.1 Contexto.

El presente trabajo refleja la experiencia de evaluación en el marco del espacio curricular Ingeniería de Software I contenida en el plan de estudios de la carrera de Licenciatura en Sistemas.

Constituye el primer contacto de los estudiantes con los conceptos vinculados al proceso de desarrollo de software y a los diversos métodos y herramientas de la ingeniería de software.

La cátedra se dicta cuatrimestralmente con una importante carga horaria (10h semanales), compuesta de un (1) profesor titular, un (1) adjunto y un (1) asistente de primera. El promedio de alumnos que cursan la carrera es de aproximadamente de 12 estudiantes durante el período de estudio (2016-2020).

Durante la cursada se utiliza en proceso de desarrollo iterativo e incremental RUPAgil, este proceso de desarrollo de software se compone de fases (cada una con sus métodos y herramientas) que no se pueden entender, analizar ni desarrollar por separado. Otro aspecto importante es que no se puede pensar ni concebir que todo el proceso y trabajo de desarrollo esté a cargo de una sola persona, hoy la construcción de sistemas de software involucra una gran cantidad de personas que trabajan cooperativa y colaborativamente. En base a estas premisas se trabaja con los estudiantes.

Hasta el año 2017 se utilizaba un dispositivo de evaluación que consistía en dos parciales prácticos, (a mitad de cursada y al final de la misma); esta forma de evaluar presentaba dos grandes inconvenientes:

- a- Los ejercicios presentaban situaciones disímiles y fases del proceso diferentes en cada inciso.
- b- Los parciales eran individuales.

Estas formas de evaluar se contraponen con la dinámica utilizada en la cursada (con tiempo suficiente para diseñar estrategias, soluciones y trabajando en grupos de pares), es decir, con la

idea de un proceso de desarrollo como un conjunto de fases integradas y desarrolladas en equipo.

Por otro lado generaba grandes preocupaciones, ya que en esta forma de evaluar era contraproducente "...El error es fuente de angustia y de estrés. Hasta los alumnos que se consideran buenos tienen miedo de errar..."[4].

Los estudiantes ponían de manifiesto, a través de encuestas, que uno de los aspectos más negativos eran los dispositivos de evaluación que se implementaban, en particular sobre el corte drástico entre el modo y la dinámica en que se desarrollan las actividades prácticas y la forma en que luego eran evaluados sus conocimientos. Astolfi sostiene que a "...a los alumnos les gustaría que se les reconociera lo que sufren en sus evaluaciones..."[5]. Ese tipo de evaluaciones conllevan implícitamente varios factores subjetivos a la hora de examinar y calificar a los alumnos, como el *efecto de halo*, *tendencia a la categorización*, *primacía de la primera impresión*, *influencia del aspecto físico*, etc.[6].

Si bien presentaban cierto grado de validez[7] puesto que se pone en juego las estrategias y herramientas que los estudiantes desarrollan durante la cursada, se pierde de vista algunas consideraciones importantes como: secuencia de las fases del proceso, trabajo colaborativo, etc.; por otro lado se puede considerar poco confiable ya que en situaciones de angustia, estrés, etc., los estudiantes pueden fallar al resolver sus exámenes. Las múltiples causas de error pueden llevar al docente a ser injusto a la hora de corregir[6].

Razón por la cual el cuerpo docente comenzó a reflexionar y replantearse sobre la forma de evaluar a los estudiantes en la cátedra, considerando que la evaluación es un instrumento de seguimiento y mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje[1], la misma debe constituirse como una actividad colectiva (que involucra a los docentes y estudiantes).

Se propone trabajar y afianzar sobre el modelo constructivista que propone un proceso de enseñanza dinámico, participativo e interactivo

del sujeto, donde la evaluación está orientada a evaluar los procesos de construcción personal del conocimiento, en el cual la enseñanza y la evaluación formativas tienen un carácter esencial[8].

2. Marco Teórico

Evaluar es visto habitualmente, como sinónimo de calificar. Esta visión se apoya en otras concepciones íntimamente relacionadas como el convencimiento de que resulta fácil evaluar las materias científicas con objetividad y precisión (debido a la naturaleza misma de los conocimientos evaluados) o que el fracaso de un porcentaje significativo de estudiantes es inevitable en materias de alto nivel cognitivo[1].

Es importante que se cuestione la idea de evaluación como juicio "objetivo y preciso" de la actividad de los estudiantes; y favorecer una reflexión colectiva con un mínimo de profundidad, para que los docentes analicen y elaboren propuestas con los resultados de la investigación educativa y, más concretamente, del modelo constructivista emergente es muy importante.

Se pretende lograr que la evaluación sea un dispositivo de seguimiento y mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje[1], como una actividad colectiva tanto para los docentes como los estudiantes.

La evaluación no se puede ver como disruptiva y por fuera del proceso de enseñanza-aprendizaje, por cual se propone trabajar y afianzar sobre el modelo constructivista que propone un proceso de enseñanza dinámico, participativo e interactivo del sujeto, donde la evaluación está orientada a evaluar los procesos de construcción personal del conocimiento.

La corrección es otro aspecto importante a considerar, es fundamental no caer en el "síndrome del rotulador rojo" en el cual al percibir un error, el reflejo casi pavloviano de subrayar, tachar, materializar la falta[5] sin detenerse a pensar en si tendrá alguna utilidad en términos didácticos. Las correcciones deben apuntar a que los estudiantes puedan asimilar y les ayude comprender los contenidos a través de

nuestra retroalimentación producto de las correcciones.

2.1 Evaluación Formativa.

La línea de la evaluación formativa es un proceso que considera la evaluación como un trabajo cotidiano del aula para orientar el proceso de enseñanza - aprendizaje y la toma de decisiones oportunas, que beneficie a los alumnos; la misma debe estar en consonancia con los contenidos, la enseñanza y los modos de construcción de los aprendizajes, la figura 1 muestra el campo de investigación de la evaluación formativa.

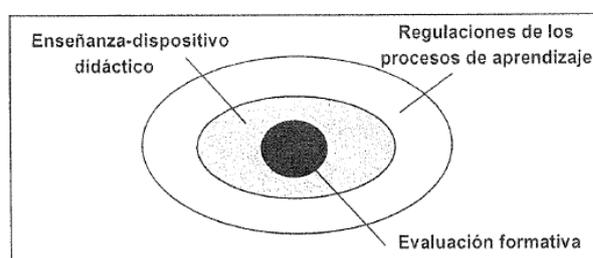


Figura 1. La Evaluación Formativa

Conseguir que la evaluación se constituya un instrumento de aprendizaje y se convierta en una evaluación formativa, supone que reúna ciertas características:

- Ser percibida por los estudiantes como ayuda real, generadora de expectativas positivas.
- Extensión a los aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales.
- Tratarse de una evaluación a lo largo de todo el proceso y no de valoraciones terminales.
- Los estudiantes participen en la regulación de su propio proceso de aprendizaje.

La evaluación formativa permite evaluar a los alumnos en todo sus procesos de aprendizaje, comprender sus desarrollos, avances, problemáticas, puesto que se debe acompañar al alumno en todo el trabajo que desarrolla[9].

No se trata de reproducir una información, sino de su uso y aplicación en situaciones más complejas como la creación de productos, la investigación o la resolución de problemas del mundo real[10].

Las evaluaciones deben ser prácticas sin sorpresas; que se desprenden del clima, ritmo y tipo de actividad de la clase[10].

Es posible llevar adelante este proceso de modo de convertir estas prácticas de: evaluación *de* los aprendizajes, para transformarse en prácticas de evaluación *para* el aprendizaje. Los alumnos tienen que tener una participación activa en la evaluación, de la suya como de pares.

El principal desafío pasa por: diseñar nuevas evaluaciones, definir qué se debe analizar, decidir qué evidencias necesitamos y los modos en que las obtendremos apropiadamente; para lo cual la evaluación formativa se basa acerca de cómo los alumnos están aprendiendo y qué logros van alcanzando durante el proceso de aprendizaje.

De aquí se deriva el primer problema práctico del diseño de evaluaciones: no sólo debemos analizar y decidir qué evidencias necesitamos, sino también de qué modo las obtendremos apropiadamente. Tendremos que considerar, entonces, la gran disponibilidad de instrumentos evaluación de diferente carácter, alcance y función; y seleccionarlos y organizarlos para alcanzar consistencia con el proyecto de enseñanza.

2.2 Rúbricas.

La cuestión a plantearse es qué forma de calificación puede resultar coherente con la nueva propuesta evaluativa.

En general en las evaluaciones de los aprendizajes, los docentes informan acerca de la aprobación o desaprobación de los contenidos, que los estudiantes debían aceptar. Litwin señala "...que las evaluaciones negativas tengan un mayor efecto negativo al colocarlo en el lugar del mal alumno e impidiendo mejores rendimientos..."; para evitar los impactos negativos, se necesita contar otros instrumentos que den a conocer los logros de los estudiantes.

Se concibe a las rúbricas como "asistentes" de la evaluación y se definen como documentos que articulan las expectativas ante una tarea o un desempeño a través de una lista de criterios y la descripción de sus niveles de calidad.

Las rúbricas se presentan ante los alumnos como un documento o guía en los cuales

puedan conocer los objetivos, expectativas y logros que deben alcanzar, permitiendo a los estudiantes su autorregulación y promueve procesos como planear, monitorear y evaluar, requeridos para tomar consciencia metacognitiva y reorientar el propio aprendizaje[10].

Otro aspecto importante que tienen las rúbricas es que los alumnos sienten menos presión y mayor seguridad respecto a los dispositivos, los estudiantes sienten menos ansiedad y temor así como una mayor seguridad al conocer qué se espera de sus aprendizajes[10].

Las ventajas que presenta el uso de rúbricas son:

- Aportan transparencia al explicitar los distintos niveles de calidad y producciones.
- Son orientadoras acerca de cómo avanzar en el aprendizaje.
- Reducen la subjetividad del docente.
- Permiten la autoevaluación de los estudiantes
- Promueven la evaluación entre pares.
- Muestran al estudiante las áreas en las que tiene que mejorar.
- Estimulan la responsabilidad de los estudiantes.

Uno de los propósitos de la evaluación formativa es la autoevaluación, en este sentido la utilización de rúbricas es una oportunidad para ejercitar la autoevaluación y la evaluación entre pares.

2.3 Retroalimentación.

Una tarea compleja del docente es la de ofrecer una retroalimentación apropiada.

El término feedback o retroalimentación ha sido definido desde el campo de la psicología, como una serie de procedimientos que se utilizan para informar al alumno lo que está bien y o está mal, bajo el paradigma conductista[10].

Las prácticas habituales de retroalimentación en las aulas consisten en correcciones, señalamiento de errores y calificación. De este modo se desplaza la construcción del sentido del aprendizaje.

No se trata sólo de corregir sino una intención de involucrar al estudiante en la revisión de sus aprendizajes. En la tabla 1 se pueden observar algunas de las maneras en que se ofrece retroalimentación.

Tabla 1. Tipo de Retroalimentación

No Formativa	Formativa
Señala el error, lo corrige y otorga un puntaje.	Explicaciones generales señalando errores comunes y fortalezas.
Utiliza una X o subraya lo que el alumno resolvió erróneamente.	Subraya lo que el estudiante resolvió erróneamente y le pide que lo corrija
Explica la opción correcta	Formula preguntas que lo ayudan a pensar sobre su producción.

Para los estudiantes la devolución que pueda hacer el docente cobra una relevancia fundamental, permite conocer la naturaleza de los errores, inconsistencias, fallas de interpretación u cualquier otro episodio que hubiese podido impactar en el resultado [11].

En este marco, la labor del docente adquiere gran protagonismo, pues el tipo de retroalimentación que construya para efectuar estas devoluciones podrá influenciar en el desarrollo de los procesos de aprendizaje.

La retroalimentación contempla dos modelos: uno constructivo, dirigido a enfatizar áreas de oportunidad y estrategias para mejorar el comportamiento; y otro apreciativo, enfocado en destacar aspectos positivos para motivar a los estudiantes[11].

2.4 Antecedentes.

Existen antecedentes respecto a nuevos dispositivos de evaluación (diferentes a los parciales prácticos disruptivos) junto a la utilización de rúbricas como guías a esos dispositivos; particularmente en el ámbito de la ingeniería de software si bien no son tan considerado, existen algunos antecedentes sobre con muy buenas experiencias y resultados:

En la Universidad del país Vasco (España) para el Aprendizaje Basado en Proyectos de la asignatura Ingeniería del Software de la en España con el objeto de hacer estimaciones sobre la valoración que tendrán los entregables que proporcionarán los alumnos con resultados favorables[12].

Un trabajo presentado por la Universidad de Sevilla muestra el uso de rúbricas en la evaluación y seguimiento de trabajos en equipo de desarrollo de software a través de la calidad del código fuente[13] y especifica las mejoras más significativas que se obtienen al disponer de un análisis de la calidad, permitiendo objetivar y homogeneizar los criterios de evaluación[13].

Otros trabajos interesantes explicitan del uso de rúbricas en el caso de la programación de aplicaciones[14], como en el artículo evaluaciones y rúbricas en el aprendizaje de la programación de ordenadores de la Universidad Politécnica de Madrid[15] para valorar la actividad y competencia trabajo en equipo, con significativos progresos.

Llama mucho la atención en la investigación los escasos casos respecto experiencias en contextos de ingeniería de software o afines en la Argentina, en un proyecto de investigación de la Universidad de San Martín[16] se construyó una herramienta de evaluación del funcionamiento de los equipos de desarrollo de software mediante el uso de una rúbrica, inserta en la ceremonia de la retrospectiva de scrum, que se encuentra en desarrollo y a la espera de resultados.

3. Implementación del dispositivo.

En base al marco teórico se desarrolló un modelo constructivista considerando los contenidos de la asignatura; específicamente se elaboró un dispositivo evaluativo, desde la perspectiva de la evaluación formativa, como proceso para conocer el grado de avance de los alumnos, y de una rúbrica como herramienta principal para la evaluación continua de los aprendizajes.

Tomando como base la importancia de comprender el proceso de desarrollo de

software en todas sus etapas y que en la actualidad la construcción de sistemas de software involucra equipos de desarrollo que trabajan cooperativa y colaborativamente:

Se eliminaron las instancias de evaluación de parciales tradicionales.

Se diseñó como dispositivo de trabajo y evaluación un único Trabajo Práctico Integrador, que cumpla con las características mencionadas y aborde todos los contenidos que se desarrollan en el transcurso de la cursada. El Trabajo Práctico Integrador (TPI) representa una problemática concreta, mucho más abarcativa que la que se utilizaba en un trabajo práctico o parcial tradicional.

El TPI consiste en un trabajo que los alumnos desarrollaran a lo largo de toda la cursada, y permitirá que los alumnos realicen todas y cada una de las etapas del proceso de desarrollo de software, desde la especificación de requerimientos hasta su implementación (solo se solicita la implementación de un caso de uso); en el marco del proceso de desarrollo RUPAgil utilizado en la cátedra.

Básicamente la nueva propuesta consiste en definir 7 (siete) etapas bien determinadas (del proceso de desarrollo), en la cual:

- Cada etapa representa una etapa del proceso RUPAgil (Fase de Inicio, 1ra iteración fase Elaboración I, 1ra iteración Fase Elaboración II, 2da iteración Fase Elaboración, 1ra iteración Fase Construcción, etc.)
- Los estudiantes trabajan en grupos de no más de 3 integrantes.
- Los docentes entregarán y expondrán la rúbrica (detallada más adelante) con los objetivos a alcanzar.
- Las fechas de entrega de cada etapa para su presentación, y una segunda fecha de entrega final en caso de solicitar modificaciones y/o mejoras.
- Para cada etapa los grupos deben realizar una defensa, de manera oral, para explicar los criterios, estrategias, complicaciones, etc., de su desarrollo.

- Las etapas se consideran simplemente Aprobadas o Desaprobadas.
- Para Regularizar la materia se exige haber aprobado al menos 5 etapas del TPI.

Si un grupo no cumple las entregas de una etapa (o desaprueba), los docentes entregarán un avance acorde a lo esperado, a efectos que el grupo continúe desarrollando de las etapas.

3.1 Diseño de la Rúbrica.

Durante la cursada del año 2018 se puso en marcha el nuevo dispositivo de evaluación, pero sin el uso de la rúbrica como herramienta de apoyo, es decir se implementó el TPI como instrumento solo, recién desde el ciclo 2019 se lo implementó totalmente junto al diseño de la rúbrica en el espacio Ingeniería de Software, la cual con el transitar y uso iba a estar sujeta a cambios que permitan un mejor aprovechamiento de la misma.

3.1.1 Primer año - 2019.

En la primera experiencia se definió de la siguiente manera:

- Se identificó el objeto evaluar: cada etapa del proceso de desarrollo RUPAgil.
- Se definió una rúbrica genérica para todas las etapas del proceso de desarrollo, la cual fue realizada íntegramente por el cuerpo docente.
- Se definió una rúbrica analítica ya que representan mejor el proceso de desarrollo a evaluar (permiten un alto grado de retroalimentación).
- Se determinaron las dimensiones y los criterios de los objetivos de aprendizaje, ocho.
- Se establecieron la cantidad y niveles de calidad (en esta oportunidad se habían definido 4 Project Manager, Analista, programador y Cliente); intentando representar los niveles jerárquicos que intervienen en el desarrollo.

Si bien fue el primer año en que se implementó este dispositivo de evaluación, los resultados fueron muy prometedores; sin embargo concluido el año, y pensando en el siguiente, se reflexionó sobre las fortalezas y debilidades

que se pudieron extraer de la experiencia. Para el siguiente año se propusieron algunos cambios particulares siguiendo la misma concepción.

3.1.1 Segundo año - 2020.

Después de la primera experiencia, surgieron algunos interrogantes dentro del cuerpo docente, como también de las consultas realizadas a los alumnos sobre la experiencia.

Para el año 2020 se establecieron algunos cambios importantes; el dispositivo de evaluación y la metodología fueron muy bien recibidos por lo que se mantuvieron, pero se modificó la estructura de la rúbrica, tabla 2.

Entre los cambios más significativos se puede mencionar:

- Se dio participación a los alumnos en la conformación de la misma.
- Se modificaron los nombre de los niveles de calidad, puesto que los utilizados (año anterior) generaban dudas en los estudiantes.
- Se redefinieron los criterios de forma más conceptual y en menor cantidad.
- Se ajustaron los objetivos para cada criterio-nivel.
- Se eliminaron las palabras “No” de los objetivos ya que se consideraba muy chocante.

Tabla 2. Rúbrica implementada en el año 2020

Rúbrica: Evaluación de cada Etapa del Proceso de Desarrollo					
Criterios	Peso	Niveles de Calidad			
		Muy Bien	Bien	Regular	Insuficiente
Compresión del problema de la etapa	15	Comprende la etapa del proceso desarrollo	Es capaz de comprender la etapa en el proceso con alguna ayuda	La comprensión de la etapa es pobre, necesita contar con asistencia.	Necesita asistencia para comprender la etapa.
Planificación del trabajo	25	Cumple totalmente lo planificado.	Demoras pequeñas según la planificación.	Necesita ajustar fechas en la planificación.	La planificación no se cumple.
Uso de herramientas conceptuales	30	Selecciona y utiliza correctamente los diferentes diagramas.	Presenta algún problema para seleccionar y utilizar los diagramas	Presenta serios problemas para seleccionar y usar los diagramas.	No selecciona ni sabe utilizar los diagramas.
Utilización de Tics	12	Implementa todo el trabajo con Tics.	Uso de Tics en gran medida	Muy poco uso de herramientas Tics	Desarrolla solo en papel
Resultados y entregables	18	Los resultados satisfacen Completamente.	Los resultados son satisfactorios	Los resultados son confusos.	Resultados no aceptables.

3.2 Retroalimentación

Durante el desarrollo de cada etapa, los grupos tienen fechas de entrega pactadas y durante ese período los docentes guían y orientan a los estudiantes en sus trabajos, en forma particular (dudas puntuales) o en general.

Cada grupo debe exponer lo desarrollado en cada etapa, y se produce una evaluación entre pares donde los otros grupos pueden consultar sobre determinadas apreciaciones y los docentes intentan principalmente determinar los puntos fuertes y destacables del trabajo.

Respecto a las debilidades encontradas, la idea es indagar sobre el razonamiento y los criterios aplicados de manera de comprender el resultado y que los estudiantes puedan reflexionar y corregirlos, para favorecer la apropiación del conocimiento, más en este tipo de actividades donde no existe una única solución.

4. Resultados

Del análisis comparativo respecto a los dispositivos de evaluación utilizados en los últimos años en la cátedra se pueden obtener varios resultados. Tanto entre los períodos

2016-17 (donde se utilizaba los parciales prácticos) como el período 2019-20 (TPI y el uso de rúbricas); como diferencias encontradas en los dos últimos años en el uso de las rúbricas.

Para el análisis se utilizaron encuestas anónimas, cada fin de cursada, con el objetivo de conocer la opinión general de los estudiantes y que sirva como de punto partida en la reflexión del cuerpo docente. El promedio de estudiantes que han cursado la asignatura en esos años es de entre 11 y 14.

El primer análisis fue comparar el porcentaje de estudiantes que han regularizado la materia (no se consideran abandonos tempranos), ver figura 2. Si bien el parámetro utilizado no refleja una gran variación respecto a los dispositivos utilizados, no deja de ser interesante su consideración.

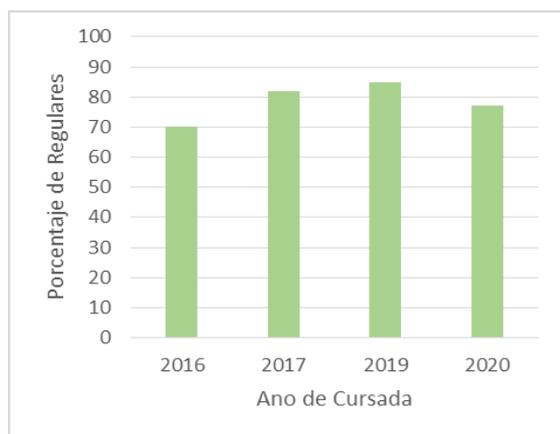


Figura 2. Porcentaje de regulares x año.

Un claro indicio es la aceptación o no al dispositivo de evaluación implementado, si bien la respuesta era por sí o no, se presentaba en relación con los contenidos vistos, a la forma de trabajar, dificultad de los ejercicios, etc. La figura 3 muestra el grado de aceptación (verde es aceptación y amarillo no aceptación).

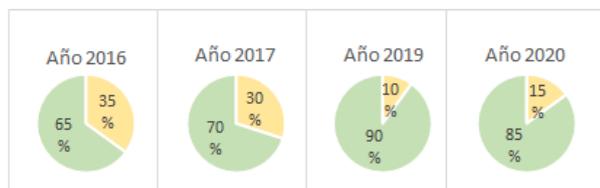


Figura 3. Aceptación del dispositivo de evaluación

La figura 4 refleja una mayor recepción del nuevo dispositivo, ante diferentes criterios consultados sobre aspectos particulares de la evaluación.

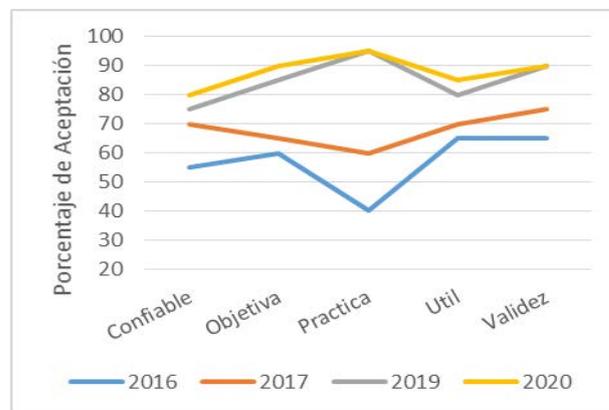


Figura 4. Porc. de alumnos que contestaron afirmativamente respecto a la evaluación.

Otro dato interesante para mostrar es el punto de vista de los docentes respecto a su perspectiva de los logros alcanzados por los estudiantes; cada docente, en forma individual, expresó sus conclusiones y luego se generó un promedio general expresado en forma cualitativa (Alto-Medio-Bajo), ver Tabla 3.

Tabla 3. Nivel alcanzado por los estudiantes.

Criterio	2016	2017	2019	2020
Articulación. Teoría-práctica.	Bajo	Medio	Medio	Alto
Apropiación de conocimientos	Medio	Medio	Alto	Alto
Manejo de tics	Medio	Alto	Alto	Alto
Rendimiento	Bajo	Medio	Medio	Alto
Consideración general	Medio	Medio	Alto	Alto

Conocer (para un futuro) el porcentaje de alumnos que consideran colaborar o trabajar (ad-honorem) como ayudantes alumnos puede suponer el grado de gusto con la cursada y su metodología.

Se explicita ad-honorem para que la respuesta no esté sesgada por un problema netamente laboral, la figura 5 expresa por período de estudio los dos tipos de dispositivos, es decir, tomando los periodos 2016-17 y 2019-20 (azul afirmativo, naranja negativo).

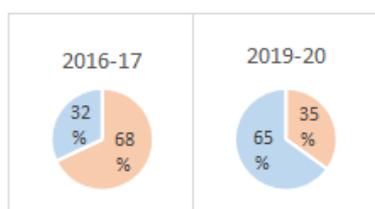


Figura 5. Intención de Colaborar

Por último un relevamiento realizado sobre el uso específico de la rúbrica en los dos últimos años (cuando se implementó), se consideraron las respuestas de 25 estudiantes en total, ver figura 6.

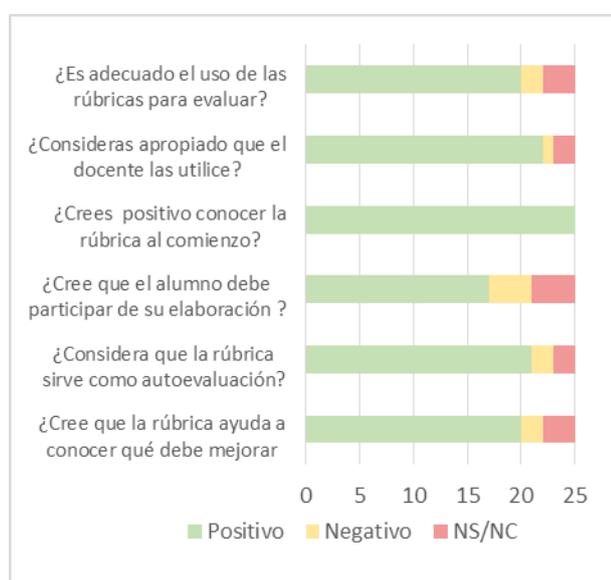


Figura 6. Relevamiento del uso de la rúbrica

5. Conclusiones

El presente trabajo reflexiona sobre los dispositivos de evaluación utilizados en el proceso de desarrollo de software y a fines. Donde la lógica de dos parciales prácticos fue modificada por un Trabajo Integrador a lo largo de la cursada junto al diseño de una rúbrica como guía, tanto para docentes como para los estudiantes.

Considerando que esta forma de evaluación fue implementada como una prueba piloto en la cursada 2018, y utilizada en los ciclos lectivos 2019 y 2020, se pueden obtener algunas conclusiones y consideraciones de las experiencias; tomando como referencia los criterios de los docentes y las opiniones de los estudiantes:

- Las producciones sobre el TPI resultaron más productivas y eficientes, integrando cada etapa del proceso de desarrollo.
- Los grupos lograron obtener resultados concretos al final de la cursada
- Favoreció una mejor comprensión del grado de avances y percepción de los estudiantes en el proceso de enseñanza.
- Feedback continuo con los estudiantes, beneficiando el trabajo cooperativo y colaborativo.
- Los estudiantes pudieron identificar claramente sus puntos fuertes y debilidades, a las cuales le pudieron brindar mayor esfuerzo.
- Los estudiantes sintieron menor ansiedad y temor, y mayor seguridad al conocer qué se espera de sus aprendizajes.

La experiencia ha resultado gratamente satisfactoria y se seguirá implementado en los próximos años con las adecuaciones necesarias producto de las experiencias.

La primera experiencia fue fundamental para corregir algunos aspectos, uno muy importante la posibilidad de construir la rúbrica junto a los estudiantes, esto refuerza el compromiso porque se apropian del recurso, cumpliendo un rol de guía de manera más efectiva.

Como contrapartida hay que mencionar que esta nueva metodología conlleva un aumento de la carga de trabajo en la asignatura. Dificultades que se derivan de la implicación diaria junto a la responsabilidad y el aumento de horas que implica el trabajo continuado.

Diseñar una rúbrica no es una tarea sencilla, más al comienzo, a la que hay que dedicar tiempo y esfuerzo, pero sus frutos son muy significativos.

Otros elementos derivados de los problemas que encuentran en el trabajo en grupo, la recopilación de evidencias, la realización y selección de trabajos, etc.

Un aspecto no menor a considerar es la cantidad de alumnos, no es lo mismo trabajar con 15 que en cursos con más de 25 estudiantes.

5.1 Consideraciones a futuro

- La elaboración de la rúbrica requiere tiempo y esfuerzo, que los docentes trabajen con bastante anticipación al comienzo de la cursada.
- Es fundamental presentar y explicitar la rúbrica en la primera clase.
- Propiciar la participación de los estudiantes en su confección final.
- La rúbrica debe estar siempre presente.
- Se debe explicitar el fundamento y la mecánica a los alumnos, en esta experiencia se observaron algunas confusiones (al comienzo).
- El trabajo de revisión y control es mayor, puesto que las iteraciones tanto docente-alumnos como entre pares necesita de tiempo y dedicación.
- Las rúbricas deben ser revisadas al finalizar cada cursada.

6. Referencias

- [1] Alonso Sánchez, M.; Gil Pérez, D y Martínez-Torregrosa J. Evaluar No es Calificar la Evaluación y la Calificación en una Enseñanza Constructivista de las Ciencias. Investigación en la escuela, ISSN 0213-7771. 1996
- [2] Romero M. Importancia de la evaluación y algunos instrumentos para evaluar, Foro EMAD, Bogotá, 2014.
- [3] Bordas M. Estrategias de evaluación de los Aprendizajes centrados en el proceso, Revista Española de Pedagogía, 2001
- [4] Astolfi, J. P. El "error": Un Medio para Pensar, Madrid, 1999.
- [5] Astolfi J. P. El "Error", Un Medio Para Enseñar, Ed. Diada, ISBN 8487118798, 1999.
- [6] Camilloni A. Las Apreciaciones Personales del Profesor. Mimeo, 1987.
- [7] García S., La Validez y la Confiabilidad en la Evaluación del Aprendizaje desde una Perspectiva Hermenéutica, Revista de Pedagogía, ISSN 0798-9792, 2002.
- [8] Saturnino de la Torre, Aprender de los Errores El tratamiento didáctico de los errores como estrategias innovadoras. Ed. Magisterio Río de la Plata, 2004.
- [9] Perrenoud- La Evaluación de los alumnos. Ed. Ediciones Colihue, ISBN 978-950-563-801-7, 2008.
- [10] Anijovich R. y Cappelletti G. La Evaluación como Oportunidad, Ed. Grupo Planeta, ISBN 950129496X, 2017.
- [11] Vázquez C.M., Cavallo M.A., Sepiarsky P., El Proceso De Retroalimentación En La Evaluación. Un Aporte al Aprendizaje Significativo de los Estudiantes Universitarios. Decimoquintas Jornadas "Investigaciones en la Facultad" de Ciencias Económicas y Estadística, 2010.
- [12] Goñi A., Ibáñez J., Iturrioz J., y Vadillo J.A., Aprendizaje Basado en Proyectos para la asignatura Ingeniería del Software Cuaderno del estudiante IKD baliabideak, 2012.
- [13] Trinidad P., Resinas M., Segura S., Ruiz-Cortés A. Evaluación y seguimiento de trabajos en equipo de desarrollo de software a través de la calidad del código fuente, Universidad de Sevilla Actas XVIII JENUI 2012, Ciudad Real, I.S.B.N. 10: 84-615-7157-6, Páginas 121-128., 2012.
- [14] Vaca J.M., Agudo J.E., Sánchez E., Evaluación de prácticas de programación mediante rúbricas en Moodle Actas de las XX JENUI. Oviedo, 9-11 de julio, ISBN: 978-84-697-0774-6 Páginas: 107-114, 2014.
- [15] Tapia Fernández S., Evaluaciones Y Rúbricas En El Aprendizaje De La Programación De Ordenadores, Universidad Politécnica de Madrid "VII Congreso Iberoamericano de Docência Universitária", 2017.
- [16] Estayno M., Grinsztajn F., Rúbrica para la Evaluación de Equipos de Desarrollo de Software Universidad Nacional de San Martín, Evento: WICC 2019, Universidad Nacional de San Juan, 2019.

<http://rubistar.4teachers.org/>
<https://www.ui1.es/blog-ui1/rubricas-holisticas-vs-rubricas-analiticas>



DEMOS Educativos

FACULTAD DE INFORMÁTICA - UNLP



Albores: un juego basado en interacción tangible para conocer figuras destacadas de la historia de la Informática

Nahuel Bigurrarena¹ Emilio Ballardini¹ Verónica Artola² Abril Buffarini² Mauricio Nordio² Cecilia Sanz^{2,3}

¹*Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)*

²*Instituto de Investigación en Informática LIDI – CIC. Facultad de Informática, UNLP*

³*Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires*

Nahuel.bigu@gmail.com, emilioballardini@gmail.com,
vartola@lidi.info.unlp.edu.ar, mnordio@lidi.info.unlp.edu.ar,
csanz@lidi.info.unlp.edu.ar

1. Introducción

Los juegos pervasivos son aquellos que se despliegan y entran tanto en el ambiente físico como en el virtual [1]. Se basan en los principios de la computación ubicua y posibilitan integrar diferentes paradigmas de interacción persona-ordenador para ofrecer al usuario una experiencia interactiva, y en muchos casos inmersiva [2, 3]. Al mismo tiempo, los juegos serios educativos, son aquellos que tienen un objetivo caracterizante orientado al aprendizaje y que va más allá del entretenimiento [4]. En este trabajo se presenta un juego serio llamado Albores que se despliega en el entorno físico y combina el uso de una mesa interactiva, proyecciones y objetos activos que forman parte de la dinámica del juego y de la experiencia pervasiva. Como paradigma central de interacción se utilizan objetos que se apoyan sobre la mesa interactiva y permiten elegir diferentes caminos dentro de la historia de Albores. Al mismo tiempo, como producto de estas interacciones se abren cofres con sensores y luces led que permiten avanzar en la historia, y se presentan relatos de personajes vinculados a la Informática, en primera persona a partir de proyecciones. El juego tiene como objetivo educativo acercar las innovaciones y las personalidades de figuras que hicieron sus aportes a la Informática.

2. Ámbito de aplicación

El juego Albores fue creado para acercar relatos y aportes de personas que han sido innovadoras y han formado parte de la historia de la Informática. En este sentido, se trata de un juego serio educativo. Busca ofrecer una experiencia lúdica, interactiva y se basa en los fundamentos de los juegos ubicuos y pervasivos. Se orienta a jóvenes de los últimos años de secundaria y de los primeros años de la facultad, interesados en la temática. El juego ha sido diseñado en el año 2020 como parte de un proyecto de innovación y desarrollo con alumnos y docentes investigadores de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata. Se ha creado para ser desplegado en la sala interactiva del Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de la Facultad de Informática, y para ser utilizado en visitas y talleres con escuelas secundarias y con estudiantes de la facultad [4]. Se enmarca en las líneas de investigación del proyecto 11/F023 del III LIDI [5] y en el proyecto PERGAMEX: RTI2018-096986-B-C31: "Pergamex: pervasive gaming experiences for all".

3. Objetivos

Los objetivos educativos de Albores se alinean con la necesidad de dar a conocer la historia de la Informática de una manera diferente, y al mismo tiempo, mostrar casos de innovadores en la ciencia, a través del juego. Se propone acercar sus personalidades, y las motivaciones

para alcanzar los aportes que los llevaron a ser reconocidos. Entre las principales figuras, se destacan: Charles Babbage, Ada Lovelace, Claude Shannon, Douglas Engelbart, Leonard Kleinrock, entre otros.

Desde el punto de vista del proyecto en el que se enmarca, se tuvo como objetivo crear un juego en el que se apliquen diferentes paradigmas de interacción persona-ordenador, que involucre una experiencia físico-digital y que haga uso de objetos activos con actuadores como sensores, luces led, y servos.

4. Descripción de Albores

4.1 Descripción funcional

Albores posibilita el juego individual o grupal colaborativo. El juego inicia con la posibilidad de elegir entre tres objetos físicos que se encuentran a disposición de los jugadores. Los objetos son: A. un minitelar, B. una miniatura del personaje Spock, y C. un mini pong. Cada uno de estos objetos representa una categoría. A saber:

- A. Minitelar: representa la categoría de orígenes de la computadora.
- B. Spock: representa los inicios de la computadora personal, el desarrollo del software. También en esta categoría se incluyen algunos hitos que dieron origen luego a Internet.
- C. Pong: representa la categoría de inicio de los videojuegos.

Como reglas, el jugador deberá completar las tres categorías que se proponen, aunque se podría realizar una partida abordando solo una categoría que tiene un cierre en sí misma. Cuando un jugador apoya sobre la mesa interactiva uno cualquiera de estos tres objetos, se desbloquea la categoría correspondiente, esto provoca que se abra un cofre en la sala, cuyo interior se ilumina con luces led de color

y el jugador debe ir a buscar al cofre los nuevos objetos que se encuentran dentro y que permiten explorar la categoría (Figura 1). En el primer cofre, por ejemplo, se tienen 3 nuevos objetos: una carta de Ada Lovelace, una miniatura de Shannon y otra de Babbage. Al mismo tiempo, cuando se desbloquea una categoría, en la pared aparece un cuadro proyectado con algunas figuras relacionadas. Cuando se apoya uno de los objetos encontrados en el cofre sobre la mesa, uno de los personajes que se relaciona con el objeto apoyado, se “despierta” en el cuadro de la pared e inicia un relato en primera persona sobre su personalidad, sus motivaciones y su relación con la Informática. Entre medio aparecen algunos desafíos sobre la mesa interactiva que el jugador deberá resolver. Cuando se ha finalizado la exploración de todos los objetos de un cofre, se premia al jugador con un mini-juego relacionado con los contenidos de la categoría. El primer mini-juego es Aplasta la opción, en donde se debe apoyar el objeto físico correspondiente con las figuras que van apareciendo, de forma dinámica y simultánea, sobre la mesa interactiva. Se tiene un tiempo, y se deben lograr la mayor cantidad de relaciones acertadas entre objeto físico (ejemplo una miniatura de un personaje de la categoría) e imágenes sobre la mesa. Para la segunda categoría, se desbloquea un juego de lógica, donde el jugador debe dejar al descubierto solo las imágenes solicitadas y tapar el resto de las que aparecen en la mesa. Para ello cuenta con algunos objetos físicos que solo con su disposición adecuada permitirán cumplir con el objetivo. Finalmente, para la categoría 3 se tiene una versión acotada del conocido juego Pong, para jugar sobre la mesa interactiva y con objetos físicos que son los que se deben usar para dar el golpe a la pelotita, que va de lado a lado de la cancha.



Figura 1. Se muestra la mesa interactiva en la que se despliega parte del juego Albores, la proyección de los cuadros que se “despiertan” según las acciones del juego y los cofres que están en el entorno y se abren al desbloquearse una categoría.

4.2 Aspectos de implementación

El juego fue implementado con Java, y con uso de la librería Reactivision [6], que posibilita el reconocimiento de los fiduciales de los objetos que se apoyan sobre la mesa y la detección del dedo con el que se seleccionan opciones en esta superficie. Al mismo tiempo, se utilizan módulos Nodemcu que cuentan con WiFi para poder lograr la comunicación entre la aplicación que implementa el juego y los cofres. Se tiene 3 cofres con un servo cada uno para lograr la apertura automática. Además, en el interior se tienen sensores para poder detectar cuando se sacan los objetos del cofre y apagar las luces led que se encienden dentro.

5. Primeras evaluaciones y Conclusiones

Debido a la situación de la pandemia, el juego fue testeado con el simulador de Reactivision. Fue presentado en las Jornadas de Ciencia y Tecnología de la Facultad de Informática. Actualmente está siendo probado en la sala del Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica, con grupos reducidos de 3 o 4

personas que han cumplido diferentes roles en el equipo de diseño y desarrollo del juego. Aún resta la puesta a punto de algunos aspectos del juego, vinculados fundamentalmente con las proyecciones. Se espera poder avanzar con estos aspectos y poder llevar a cabo las pruebas de usabilidad con usuarios finales al momento que se posibiliten las actividades presenciales. Al mismo tiempo, se considera que Albores es un aporte original tanto en su diseño como en el abordaje del tema educativo que se propone.

Bibliografía

- [1] Arango-López, J., Valdivieso, C. C. C., Collazos, C. A., Vela, F. L. G., & Moreira, F. (2019). CREANDO: Tool for creating pervasive games to increase the learning motivation in higher education students. *Telematics and Informatics*, 38, 62-73.
- [2] Magerkurth, C., Cheok, A., Mandryk, R., & Nilsen, T. (2005). Pervasive games: bringing computer entertainment back to the real world. *Comput. Entertain.* 3, 3 (2005), 4. DOI:<https://doi.org/10.1145/1077246.1077257>

[3] Chamberlain, A., Martínez-Reyes, F., Jacobs, R., Watkins, M. and Shackford, R. (2013) 'Them and us: an indoor pervasive gaming experience', Entertainment Computing, International Federation for Information Processing, Vol. 4, No. 1, pp.1–9, DOI: 10.1016/j.entcom.2012.09.005.

[4] Sanz, C. & Medina, S. (2020). Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica. Revista institucional de la Facultad de Informática de la UNLP. <http://revistainstitucional.info.unlp.edu.ar/issue.php?id=10>

[5] Sanz, C. V., Artola, V., Salazar Mesía, N. A., Iglesias, L., Archuby, F. H., Nordio, M., ... & Baldassarri Santalucía, S. (2020). Tecnologías emergentes y modelos de interacción avanzados para contextos educativos. In XXII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2020, El Calafate, Santa Cruz).

[6] Kaltenbrunner, M. reactivation and tuio: A tangible tabletop toolkit. In Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces, ITS'09, pages 9–16, New York, NY, USA, 2009. ACM.

Entorno Virtual 3D en OpenSim para el trabajo con estudiantes con discapacidad auditiva

Adriana Fachal¹ María José Abásolo^{2,3}

¹*Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)*

²*Instituto de Investigación en Informática LIDI – CIC. Facultad de Informática, UNLP*

³*Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires*

afachal@hotmail.com, mjabasologuerrero@gmail.com

1. Introducción

La comunicación es la barrera principal de las personas con discapacidad auditiva, y según [1], la educación de este grupo de personas requiere del uso de estrategias de enseñanza y aprendizaje que puedan adaptarse a sus posibilidades. Actualmente, se encuentran investigaciones que se orientan a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje para las personas con discapacidad auditiva. Los entornos virtuales 3D (EV3D) se muestran atractivos para este tipo de procesos educativos. En [3], se menciona que un entorno virtual 3D presenta un conjunto de escenas y objetos de apariencia real, generados mediante tecnología informática, que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en él. Según [2], [5], [6] es posible afirmar que por su naturaleza, las principales características que poseen los EV3D son: contar con un espacio compartido que permite participar a varios usuarios simultáneamente; ser un entorno altamente visual que da la sensación de estar presente allí; ofrecer múltiples formas de interacción con diferentes objetos y en tiempo real; crear, modificar contenidos virtuales; y permitir la formación de comunidades sociales dentro del EV3D. OpenSim¹ es un motor que permite la generación de entornos virtuales 3D multiusuario.

En este trabajo se propone mostrar como demo educativa los escenarios desarrollados en OpenSim como parte de un trabajo de tesis

doctoral vinculada a la investigación de los entornos virtuales 3D para personas con discapacidad auditiva. Los escenarios cuentan con un panel de emoticones creados específicamente para facilitar la comunicación de diferentes emociones por parte de los avatares que representan a los participantes. Además, se habilita la comunicación a través de chat textual. Los avatares pueden cambiar su apariencia para que cada participante lo ajuste a sus preferencias. Además, se busca brindar un ambiente fuertemente visual e interactivo para que puedan desarrollar una experiencia educativa, en la que se abordará el tema de tecnologías digitales para las personas con discapacidad auditiva. También se trabajará sobre la historia del cine en LSA con una metodología en formato de juego de búsqueda del tesoro que aprovecha el entorno 3D.

2. Ámbito de aplicación

El trabajo aquí presentado se enmarca en un proyecto de tesis doctoral, en el que se desarrolla un estudio de caso que analiza si el uso de un EV3D resulta una herramienta útil para llevar adelante procesos de enseñanza y aprendizaje para personas con discapacidad auditiva. Se analizan en especial aspectos de la comunicación y las dinámicas educativas basadas en la interacción en el entorno 3D y la exploración. Para ello se ha diseñado una experiencia en OpenSim, con escenarios *ad-hoc* construidos para poner en juego una

¹ OpenSim: <http://opensimulator.org/wiki/Descargas>

propuesta educativa concreta. La experiencia aún no se ha llevado a cabo y se están desarrollando pruebas piloto, previas al desarrollo concreto del estudio. La tesista cuenta con experiencia de trabajo con personas con discapacidad auditiva en un terciario desde hace ya varios años. Además, conoce la lengua de señas argentina. En este sentido tiene un fuerte contacto con la comunidad sorda y esto permitirá llevar adelante la experiencia y la investigación.

3. Objetivos

Los objetivos educativos para la experiencia en OpenSim se orientan a revisar diferentes herramientas tecnológicas y analizar cómo los participantes perciben su utilidad tanto para su vida cotidiana como para su aprendizaje. Al mismo tiempo, se trabaja con un juego vinculado a la historia del cine y una conferencia en LSA. A partir de la observación de la experiencia, cuestionarios y otros instrumentos que se utilizarán para la recogida de datos se analizarán las barreras y las posibilidades de los EV3D para llevar a cabo experiencias educativas con personas con discapacidad auditiva. Los participantes seleccionados que van a constituir la población del estudio de caso poseen un nivel comprobable de escritura para poder participar tanto del debate por chat como del seguimiento de cartelería y contenido necesario.

4. Descripción de la experiencia en OpenSim

La experiencia se ha organizado en diferentes fases. Las primeras son preparatorias para realizar los encuentros en los escenarios desarrollados en OpenSim. El material preparatorio creado consiste en un sitio web con videos grabados en lengua de señas por la propia tesista para poder introducir a los participantes en el uso del EV3D. El sitio web mencionado se encuentra disponible en <http://www.innovardigital.com.ar/OPENSIM>.

El primer escenario desarrollado en OpenSIM consiste en un recorrido a través de un jardín, donde cada participante deberá acostumbrarse a los movimientos de su avatar y modificar su apariencia. Esta primera fase, se organiza a través de videos en LSA que se publican a los largo del recorrido a manera de carteles guías con los que se interactúa. Allí se podrá elegir un avatar predefinido, preparado específicamente (Figura 1), o seguir los tutoriales en LSA para ajustar el avatar como se desee.



Figura 1: Ejemplos de carteles donde se puede hacer clic para elegir un avatar predefinido

Para concluir esta tarea se debe tomar una foto con la nueva apariencia del avatar, utilizando la cámara de fotos del EV3D y subirla a una pizarra digital (Figura 2).

La siguiente fase consiste en una sesión conjunta en OpenSim, donde los participantes, ya con sus avatares personalizados, recorrerán una muestra con *posters* vinculados al tema de tecnologías digitales, y sus posibilidades para su uso cotidiano y en educación (Figura 3). Luego del recorrido de la muestra, los participantes dispondrán de una sala con mesas para analizar el tema conjuntamente.



Figura 2. Escenario al final del primer recorrido donde el avatar debe sacarse una foto para publicar con su nueva apariencia



Figura 3. Sala de muestra con pósters. Se muestra un avatar recorriendo la sala

Durante el debate los participantes pueden expresar sus diferentes opiniones utilizando la herramienta del chat y sus emociones a través del uso de emoticones y animaciones para el avatar, desarrolladas específicamente para la experiencia (Figura 4).



Figura 4. Sala de debate con el panel de emoticones.

En la última fase, que se desarrolla en una tercera sesión conjunta en el EV3D, se lleva a cabo el juego de búsqueda del tesoro y el armado de una línea de tiempo conjunta según lo analizado sobre el tema de la historia del cine. Es interesante que los avatares podrán llevar adelante un recorrido, usando diferentes movimientos (correr, volar, caminar), en el que irán descubriendo pistas que llevan a videos LSA con información sobre la historia del cine (Figura 5). Finalmente, deben reconstruir una línea de tiempo con los hitos y años que se han mencionado en los videos.



Figura 5. Ejemplo de video de la búsqueda del tesoro – Historia del cine

5. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado un desarrollo realizado en OpenSim para abordar una experiencia educativa en el marco de una investigación en una tesis doctoral. Todos los escenarios mencionados para llevar a cabo la experiencia han sido desarrollados y ya se encuentran disponibles en un servidor de la Facultad de Informática. Aún no se ha podido llevar a cabo la experiencia concreta ya que se están desarrollando una serie de pruebas piloto.

Bibliografía

- [1] Flórez Aristizábal L. Cano S., Collazos C.A., Solano A., Slegers K. (2017). Collaborative learning as educational strategy for deaf children: a systematic literature review. XVIII Conferencia Internacional sobre Interacción Hombre Computadora. Pps. 1–8 <https://doi.org/10.1145/3123818.3123830>.
- [2] Baños González, N., Rodríguez García, T.C., Rajas Fernández, M (2014). Mundos virtuales 3D para la comunicación e interacción en el momento educativo on-line. Historia y Comunicación Social. Vol. 19. Nro. Especial Enero. Pps. 417-430. Recuperado de: <https://revistas.ucm.es/index.php/HICS/article/viewFile/44967/42346>
- [3] Altamirano, E. (2008). Mundos Virtuales y Educación a Distancia. [Blog]. Recuperado de: <http://cerv-uag.blogspot.com/2008/09/ventajas-y-desventajas-de-los-mundos.html>.
- [4] Smith K. (2010). The Use of Virtual Worlds Among People with Disabilities. Presented at Interaction 10 (IxDA10).
- [5] Loyo I. (2016). Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación. Recuperado de: <https://isbethloyo.wordpress.com/2016/05/19/juegos-virtuales-como-herramienta-para-el-aprendizaje-significativo/>
- [6] Marín Rodríguez R., Rupérez Rodríguez A., Usero Aragonés L., Arroyo Castillo A. (2003). Enseñanza de laboratorios virtuales. España.

Herramienta tecnológica de apoyo al aprendizaje de metaheurísticas

Lic. Cocinero Pablo Daniel, Mg. Klenzi Raúl Oscar, Mg. Beguerí Graciela, Lic. Olivares Juan Ignacio, Mg. Malberti María Alejandra

Departamento de Informática, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas, y Naturales,
Universidad Nacional de San Juan

Av. Ignacio de la Roza 590 (O), Complejo Universitario "Islas Malvinas", Rivadavia, San Juan, Teléfonos: 4260353, 4260355 Fax 0264-4234980, Sitio Web:

<http://www.exactas.unsj.edu.ar>

pablodanielcocinero@gmail.com; rauloscarklenzi@gmail.com; grabeda@gmail.com;
juan.i.livares@gmail.com; amalberti@gmail.com

1. Ámbito de Aplicación y Justificación

Este trabajo presenta el software POC 2.0, llamado así por sus siglas Problemas de Optimización Combinatoria, y su versión. La herramienta fue desarrollada para, y probada en, la cátedra "Inteligencia Artificial", de las carreras "Licenciatura en Ciencias de la Computación" y "Licenciatura en Sistemas de Información", pertenecientes al Departamento de Informática, de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, de la Universidad Nacional de San Juan, en el contexto de desarrollo de las tesis de grado de Olivares, Juan Ignacio, y Cocinero, Pablo Daniel. En la cátedra mencionada se abordan diversas metaheurísticas y problemas de optimización combinatoria que desde la perspectiva de los estudiantes, son difíciles de dominar. A partir de esta problemática es que surge la propuesta del software POC.

2. Objetivos

El objetivo principal de la herramienta POC es funcionar como una ayuda o apoyo al

proceso de enseñanza-aprendizaje de las distintas metaheurísticas que se abordan en el ámbito de la aplicación, siendo las mismas destinadas a la resolución del problema del viajante de comercio, en sus variantes simétrica y asimétrica.

El software busca, específicamente, facilitar el entendimiento por parte del alumno de los procesos correspondientes a cada metaheurística y permitir la experimentación de su funcionamiento, por medio de la ilustración de las instancias del problema en forma de grafos, o en mapas, configurables de manera interactiva, por medio de la posibilidad de configurar los operadores y parámetros de las metaheurísticas. También posibilita la visualización del proceso de resolución y el entendimiento de las estructuras internas propias de cada metaheurística, durante el mismo.

3. Descripción

POC, es una aplicación de escritorio para Windows, la misma fue desarrollada con la tecnología .NET, particularmente con el lenguaje C# y la tecnología gráfica WPF (Windows Presentations Foundation). Está

compuesta por cuatro pantallas a través de las cuales el usuario avanza de forma lineal, pudiendo volver atrás en cualquier momento. En la primera pantalla el usuario elige el problema a resolver. La segunda, es la pantalla de generación de la instancia del problema, la tercera es de elección y configuración de la metaheurística a aplicar y la última es la pantalla de ejecución de la metaheurística elegida y su resolución. En los próximos párrafos, se describen en mayor detalle cada una de las pantallas mencionadas, abordando así las características y funcionalidades de la herramienta.

Al iniciar la aplicación aparece la pantalla mostrada en la figura 1, donde el usuario puede elegir entre el problema del viajante de comercio simétrico o asimétrico.

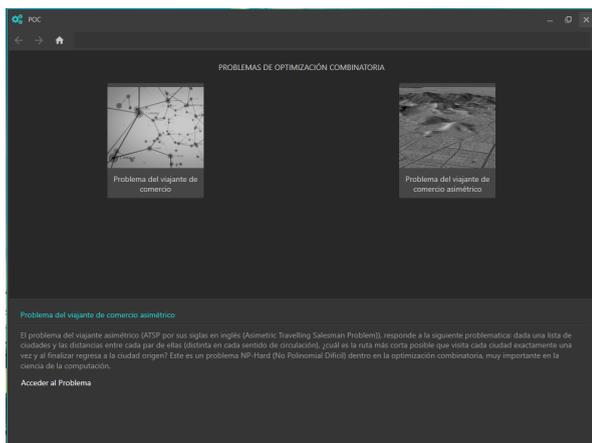


Figura 1: Pantalla de selección del problema

Una vez seleccionado el problema se avanza a la pantalla de generación de la instancia del mismo, la cual varía dependiendo del caso elegido. Para el caso asimétrico el usuario puede elegir entre dos modos de generar la instancia, modo grafo y modo mapa. En modo grafo, el usuario determina las dimensiones x e y del tablero y la cantidad de ciudades. Así también, puede modificar la posición de cada una de las mismas, desactivar arcos (caminos), etc. tal como muestra la figura 2.

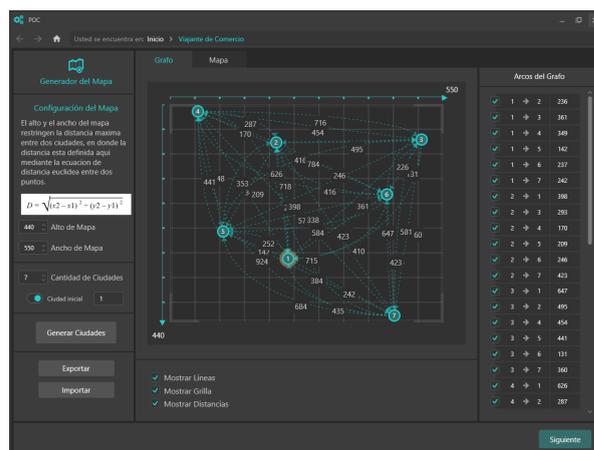


Figura 2: Pantalla de generación del problema, caso asimétrico, modo grafo.

En el modo mapa, el usuario puede navegar en un mapa del servicio Open Street Map y poner en el mismo los puntos o “ciudades” que desee. Luego la herramienta obtiene las rutas, entre pares de nodos, a partir del servicio Open Source Routing Machine, resultando así una instancia en el mapa como muestra la figura 3.

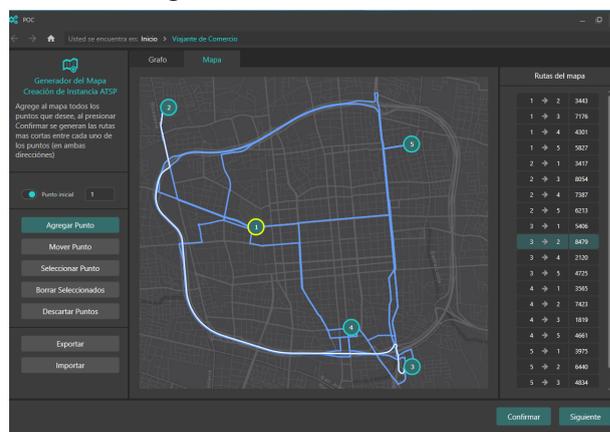


Figura 3: Pantalla de generación del problema, caso asimétrico, modo mapa.

Para el caso simétrico sólo hay modo grafo, el cual es similar al mostrado pero con caminos rectos. Para todos los casos existe la posibilidad de elegir la ciudad de origen o partida y la posibilidad de exportar e importar instancias de cada tipo de problema en distintos formatos de archivo. Para la variante

simétrica los formatos son tsp y pmap. Para la variante asimétrica los formatos son atsp y prmmap. En la tercera pantalla, ver figura 4, se elige una de entre tres metaheurísticas implementadas (Búsqueda Tabú, Algoritmos Genéticos, y Colonia de Hormigas) y se configura la misma con los operadores y/o parámetros seleccionados.

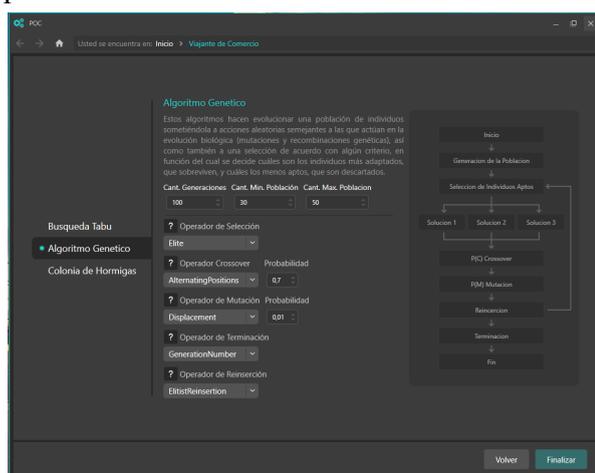


Figura 4: Pantalla de selección y configuración de metaheurísticas.

Una vez elegida y configurada la metaheurística se avanza a la pantalla de ejecución de la misma, la cual varía según el caso del problema elegido (simétrico - asimétrico) y el modo (para el caso asimétrico, grafo o mapa). La figura 5 muestra sobre un grafo, la ejecución de la metaheurística Búsqueda Tabú.

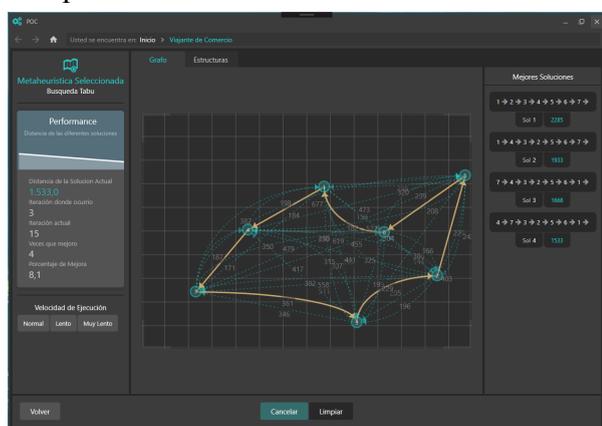


Figura 5: Pantalla de ejecución, para Búsqueda Tabú, caso asimétrico, modo grafo.

En la figura 6 puede observarse la pantalla de ejecución de la metaheurística Búsqueda Tabú en modo mapa.

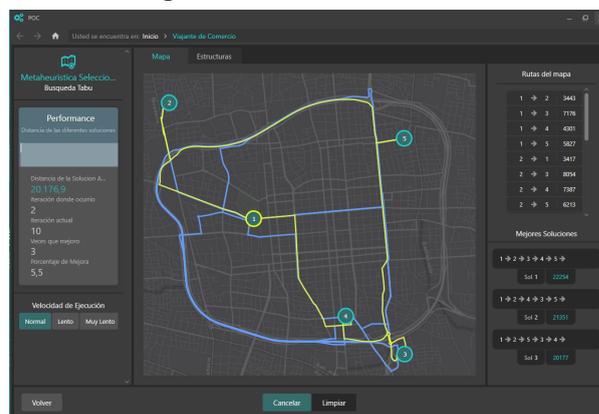


Figura 6: Pantalla de ejecución, para Búsqueda Tabú, caso asimétrico, modo mapa.

En una segunda pestaña se muestran las estructuras internas de cada metaheurística. Es posible además, ralentizar el proceso de ejecución con el fin de seguir detalladamente la evolución del proceso de búsqueda de cada metaheurística, observando así las soluciones seleccionadas, la proyección de las mismas en el grafo/mapa, el porcentaje de mejora y el contenido de cada estructura importante en memoria a través de las iteraciones. En la figura 7 se muestra esta pestaña para la metaheurística Búsqueda Tabú.

El usuario puede con estos recursos probar distintas configuraciones de cada metaheurística, en instancias del problema armadas a su gusto e incluso del mundo real y observar detalladamente el proceso de búsqueda.

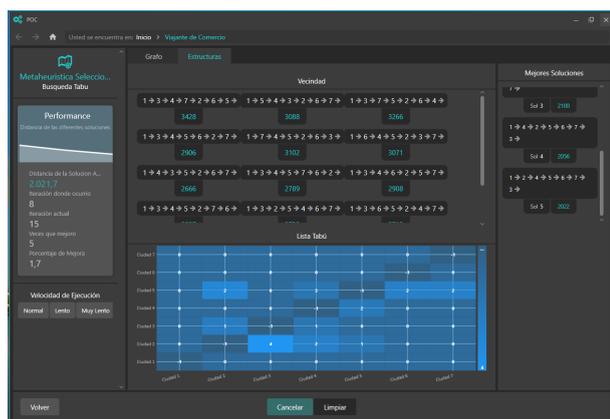


Figura 7: Pantalla de ejecución, para Búsqueda Tabú, caso asimétrico, estructuras internas.

4. Conclusión

La herramienta interactiva POC y su extensión POC 2.0, fue probada, utilizada y evaluada por los alumnos de la materia Inteligencia Artificial del cuarto año de la carrera Licenciatura en Ciencias de la Computación y del quinto año de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información, ambas pertenecientes al Departamento de Informática -Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan-. La instancia anterior y desde la perspectiva de los usuarios alumnos, permitió la mejora de las diferentes versiones de la herramienta y arribar así, a la aquí presentada, quedando para su uso en la cátedra.

Se pretende seguir extendiendo la herramienta con la finalidad de resolver otras variantes del viajante de comercio, así como otros problemas de optimización combinatoria o también incluyendo otras metaheurísticas para la resolución de los mismos.

5. Referencias

Cocinero, Pablo. (2021). Herramienta tecnológica de apoyo al aprendizaje de metaheurísticas (Tesis de Licenciatura).

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales-Universidad Nacional de San Juan, San Juan.

Gutin, G., & Punnen, A. P. (Eds.). (2006). The traveling salesman problem and its variations (Vol. 12). Springer Science & Business Media.

Olivares, Juan. (2020). Herramienta de apoyo al aprendizaje de metaheurísticas (Tesis de Licenciatura). Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales-Universidad Nacional de San Juan, San Juan.

OpenStreetMap

<https://www.openstreetmap.org/>

Open Source Routing Machine

<http://project-osrm.org/>

Pham, D., & Karaboga, D. (2012). Intelligent optimisation techniques: genetic algorithms, tabu search, simulated annealing and neural networks. Springer Science & Business Media.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

CONGRESO
**2021 TE
& ET**



XVI CONGRESO DE TECNOLOGÍA EN EDUCACIÓN & EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA

TE&ET 2021