



Revista UIS Ingenierías

ISSN: 1657-4583

ISSN: 2145-8456

revistaingenierias@uis.edu.co

Universidad Industrial de Santander

Colombia

Vergel-Ortega, Mawency; Nieto-Sánchez, Zulmary Carolina; Gómez-Vergel, Carlos Sebastián

Predictores de innovación en programas de ingeniería y
postgrado utilizando estrategias basadas en plataformas digitales

Revista UIS Ingenierías, vol. 20, núm. 1, 2021, -Marzo, pp. 213-222

Universidad Industrial de Santander

Bucaramanga, Colombia

DOI: <https://doi.org/10.18273/revuin.v20n1-2021018>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=553768365018>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Predictores de innovación en programas de ingeniería y postgrado utilizando estrategias basadas en plataformas digitales

Predictors of innovation in engineering and postgraduate programs using strategies based on digital platforms

Mawency Vergel-Ortega ¹, Zulmary Carolina Nieto-Sánchez ²,
Carlos Sebastián Gómez-Vergel ³

¹ Departamento de Matemáticas y Estadística, Universidad Francisco de Paula Santander, Colombia.

Orcid: 0000-0001-8285-2968. Correo electrónico: mawency@ufps.edu.co

² Grupo de Investigación FENIX, Universidad de Santander, Cúcuta, Colombia. Orcid: 0000-0001-6725-4601.

Correo electrónico: zul.nieto@mail.udes.edu.co

³ Ingeniería Electrónica, Universidad de Los Andes, Colombia. Orcid: 0000-0002-6176-3613.

Correo electrónico: cs.gomezv@uniandes.edu.co

Recibido: 27 febrero, 2020. Aceptado: 11 agosto, 2020. Versión final: 18 noviembre, 2020.

Resumen

La investigación tuvo como objetivo determinar los elementos que se constituyen en predictores de innovación en programas de ingeniería y postgrado, cuando se hace uso de estrategias de formación basadas en plataformas digitales. Estos medios fueron la plataforma de apoyo docente PLAD de la Universidad Francisco de Paula Santander en Colombia, y el chat de WhatsApp. Se trabajó con una muestra de 550 estudiantes de instituciones educativas de la ciudad de Cúcuta y Arauca en Colombia, y Táchira y Maracaibo en Venezuela, pertenecientes a Facultades de Ingenierías y Ciencias Básicas. Se trató de un estudio bajo el paradigma cuantitativo, diseño de campo y nivel correlacional, el cual derivó en un modelo matemático de predicción con la respectiva valoración de la significancia de las variables consideradas predictoras de innovación a través de la medida de varianza con el Alpha de Cronbach. Se concluye que el desarrollo de competencias en innovación a través de las plataformas digitales seleccionadas está determinado en el modelo por variables con alta fiabilidad, siendo éstas el desarrollo del pensamiento lógico, la competencia metodológica y de investigación, y la formación técnica previa del estudiante, arrojando un coeficiente de determinación R^2 de 0.95 en pregrado, y de 0.875 en postgrado, a un nivel de significación del 5%.

Palabras clave: innovación; predictor; plataforma digital; educación superior; competencias.

Abstract

The objective of the research was to determine the elements that constitute predictors of innovation in engineering and postgraduate programs, when using training strategies based on digital platforms. These media were the PLAD teaching support platform of the Francisco de Paula Santander University in Colombia, and the WhatsApp chat. We worked with a sample of 550 students from educational institutions in the city of Cúcuta and Arauca in Colombia, and Táchira and Maracaibo in Venezuela, belonging to Faculties of Engineering and Basic Sciences. It was a study under the quantitative paradigm, field design and correlational level, which resulted in a mathematical prediction model with

ISSN impreso: 1657 - 4583. ISSN en línea: 2145 - 8456, CC BY-ND 4.0 

Como citar: M. Vergel-Ortega, Z. C. Nieto-Sánchez, C. S. Gómez-Vergel, "Predictores de innovación en programas de ingeniería y postgrado utilizando estrategias basadas en plataformas digitales," *Rev. UIS Ing.*, vol. 20, no. 1, pp. 213-222, 2021, doi: [10.18273/revuin.v20n1-2021018](https://doi.org/10.18273/revuin.v20n1-2021018)

the respective assessment of the significance of the variables considered predictors of innovation through the measure of variance with the Alpha of Cronbach. It is concluded that the development of innovation competences through the selected digital platforms is determined in the model by highly reliable variables, these being the development of logical thinking, methodological and research competence, and prior technical training of the student, yielding a coefficient of determination R^2 of 0.95 in undergraduate, and 0.875 in postgraduate, at a significance level of 5%.

Keywords: innovation; predictor; digital platform; higher education; skills.

1. Introducción

Los procesos implicados en el desarrollo de competencias de innovación en educación superior han sido abordados desde diversas perspectivas, ya sea desde la asesoría individual presencial [1], la alfabetización tecnológica [2], los talleres [3], las prácticas en campo, la lectura crítica como práctica sociocultural [4], los proyectos dirigidos a brindar soluciones a problemáticas de índole social, económica, política, de género, educativo, ingenieril, entre otras estrategias [5]. Para [6], “en la actualidad, el desafío del sistema universitario es la diferenciación, tanto en la investigación como en la oferta formativa, y un proyecto de innovación debe responder a esa necesidad de diferenciación estratégica” (p.1). Desde esta perspectiva, se amerita de currículos asertivos adaptados a las necesidades y procesos evolutivos de la sociedad, en donde los procesos de innovación, investigación y desarrollo son protagonistas.

Por ello, se busca incorporar herramientas didácticas basadas en plataformas digitales, las cuales potencien la actividad virtual y maximicen esfuerzos hacia la investigación, partiendo de la tecnología al alcance de jóvenes y adultos [7]. El objetivo es generar en las instituciones de educación superior, condiciones de aprendizaje que permitan desarrollar el pensamiento creativo y logren dar significado a través de actividades pedagógicas que hagan uso de la tecnología como herramienta. Al respecto, las transformaciones en la dimensión de las competencias comunicativas de los estudiantes de instituciones educativas fueron asociadas a su realidad social [8], y en la medida en que se incorporan escenarios reales a la formación académica [9], los resultados muestran que estas prácticas pueden ser asumidas de manera empática por parte del estudiante.

Generar competencias investigativas y de innovación a través de la tecnología está relacionado con un proceso cognoscitivo [10], por cuanto el estudiante debe ser capaz de elaborar conceptos a partir de la observación de las realidades existentes en el contexto, llegando en niveles superiores, a generar nuevo conocimiento [11], conformar micro-estructuras de comunidad como actores activos del proceso [3], abordar epistemológica y metodológicamente sus investigaciones, utilizar

competencias de lecto-escritura crítica para comunicarse, participar en redes, compartir avances científicos difundidos por redes, instituciones, profesores y semilleros; y quienes son docentes, didácticamente deben desarrollar competencias comunicativas para incorporar habilidades del pensamiento y procesos de aprendizaje significativos para los estudiantes.

Cabe destacar que por ejemplo, a través de tecnología wiki y la escritura colaborativa, los investigadores han posibilitado procesos de realimentación [12], así como desde el acompañamiento didáctico permanente, la intervención de prácticas de lecto-escritura [10], y desde una cultura digital [13] como proceso de composición textual soportado en recursos electrónicos que genera transformaciones en la producción [14], el procesamiento y la transmisión de la información en los procesos educativos [15]. Dada la creación de plataformas, software y herramientas como WhatsApp, los docentes han promovido prácticas de escritura lo cual ha generado posibilidades de un mejor aprendizaje de las ciencias y la ingeniería. Otro componente fundamental ha sido la tutoría académica a estudiantes y la asesoría institucional a profesores, lo cual implica un trabajo integrador desde la perspectiva didáctica, disciplinar y social, teniendo presente la importancia de la investigación y la innovación, la lecto-escritura crítica como proceso que interviene diferentes áreas del currículo [2], y la relación docente-estudiante como generadora de intercambio cognitivo que activa la innovación.

En el presente trabajo, a los fines de estudiar las posibilidades de desarrollar competencias en innovación en los programas de pregrado y postgrado utilizando estrategias basadas en plataformas digitales, se analiza el impacto de la plataforma de apoyo docente PLAD de la Universidad Francisco de Paula Santander en Colombia, así como el apoyo de chat de WhatsApp en ésta y en otras instituciones. Para ello, se diseña una estrategia formativa basada en distintas actividades didácticas tal y como se muestra en la Figura 1, teniéndose como ejes centrales la participación de estudiantes en semilleros de investigación, la participación de docentes como directores de grupos de investigación, la tutoría de programas de maestría a distancia, y el desarrollo de publicaciones por parte de docentes y estudiantes.

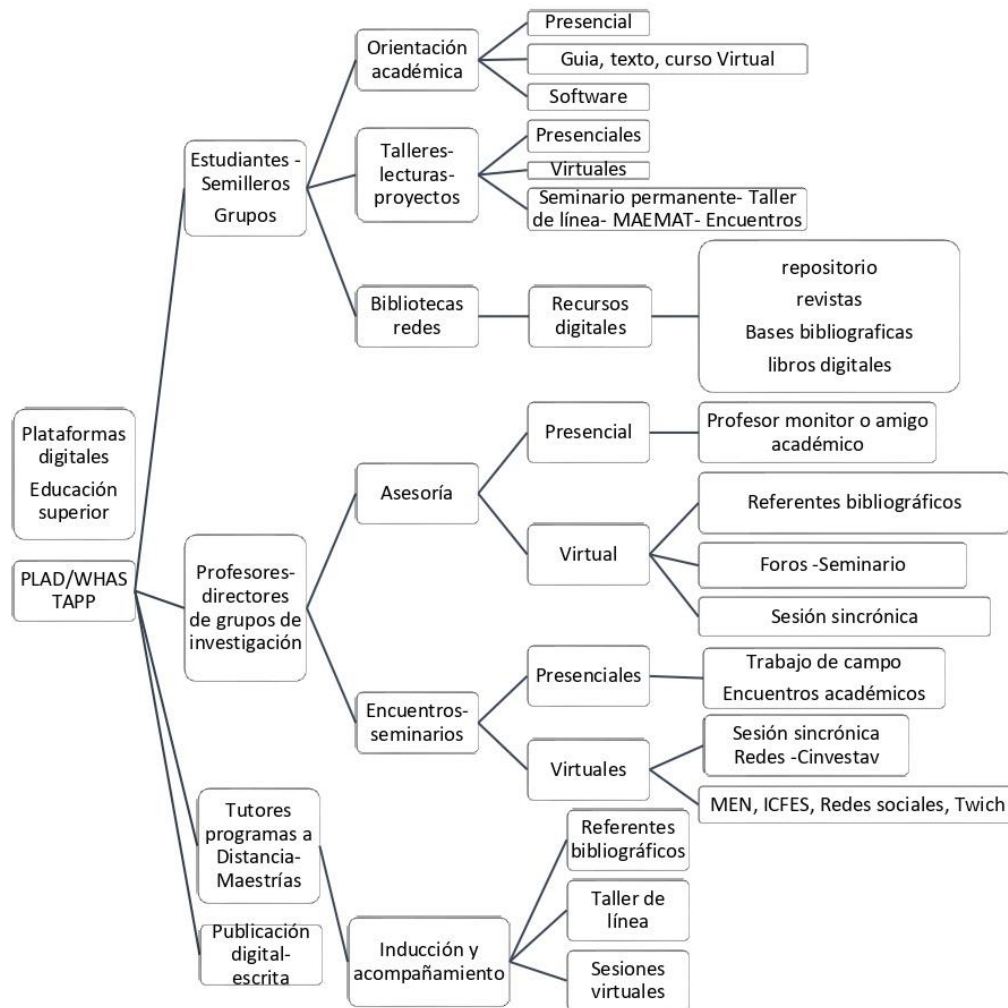


Figura 1. Estrategias formativas a través de plataformas digitales para la formación en programas de pregrado y postgrado. Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la Figura 1, las estrategias para potenciar la competencia de innovación se asumieron desde las relaciones entre pensamiento [16], rendimiento, innovación en la construcción de conocimiento y difusión del conocimiento.

Tomando las bases referenciales, se asumieron como estrategias los servicios a los estudiantes desde la tutoría académica, talleres y recursos virtuales orientados a promover la autonomía y autorregulación de las prácticas de lectura y escritura académica; los procesos de alfabetización académica y digital, ambas como complementos para la participación en la sociedad contemporánea en materia de innovación. Estas estrategias permitieron un intercambio y construcción colaborativa de conocimientos alrededor de la asesoría virtual con base en el uso de las plataformas digitales. A partir del uso de este enfoque, se propuso determinar como objetivo del presente trabajo, cuáles elementos de

las estrategias aplicadas se constituyen en desarrolladores de innovación en el pregrado y el postgrado. Estos elementos se asumieron como variables predictoras de innovación, y se incorporaron en un modelo matemático el cual se pudo construir a partir de la medición de la significancia estadística de estas variables.

2. Metodología

Se planteó como objetivo determinar las variables predictoras de innovación en programas de ingeniería y postgrado utilizando estrategias basadas en plataformas digitales. Al respecto, se asumió una investigación bajo el paradigma cuantitativo, diseño de campo y nivel correlacional, tomando en cuenta la necesidad de comprobar la importancia estadística de las variables predictoras de innovación con base en la estrategia formativa mostrada en la Figura 1, a partir del Alpha de

Cronbach [17]. De allí que se propusiera culminar en un modelo matemático [18] a partir del cual se pueda medir la predicción de desarrollo de competencia de innovación a futuro en otros contextos educativos. Bajo esta pretensión, se asumió como variable dependiente la competencia en innovación, y como variables independientes aquéllas consideradas generadoras de innovación a partir de la Figura 1. Estas variables fueron ocho: desarrollo de pensamiento lógico, competencia metodológica e investigativa, competencia teórica, competencia técnica, procesos metalingüísticos, creatividad e innovación, valores y actitudes, y libertad de aprendizaje.

Con base en estas variables, se diseñaron dos instrumentos para recolectar la opinión de 550 estudiantes, 50 de postgrado y 500 de pregrado, quienes durante el año 2019 desarrollaron estudios en programas de ingeniería en instituciones educativas de la ciudad de Cúcuta y Arauca en Colombia, y Táchira y Maracaibo en Venezuela. Para el caso de los estudiantes colombianos se trabajó con la plataforma PLAD, y para el caso de los venezolanos, con la herramienta digital WhatsApp. Para cada grupo de estudiantes se aplicó el respectivo instrumento con el objetivo de recolectar información acerca de la importancia de las estrategias formativas aplicadas y el recurso tecnológico utilizado. Los ítems, 30 en total para cada instrumento, condensaron aspectos de las ocho variables independientes consideradas generadoras de competencia innovadora.

Cabe destacar que en cuanto a las tutorías desde la plataforma PLAD o el WhatsApp se utilizó comunicación sincrónica, es decir, el tutor y el estudiante establecieron conexiones con solicitudes o explicaciones breves por parte del estudiante y la respectiva orientación por parte del docente utilizando como recursos la cámara, notas de voz, o mensajes escritos, y el chat fue más utilizado para preguntas concretas de experimentos o realización de prototipos. La aplicación del instrumento fue presencial, y fue administrado y procesado por los autores del estudio. En el caso de las decisiones de fiabilidad de cada variable independiente con el Alpha de Cronbach, se asumieron como variables con fiabilidad aceptable aquéllas con valor igual o superior al 0,80 [17]. Para las variables definitorias del modelo, se evaluó el Coeficiente de Determinación R^2 [17], teniendo en cuenta la varianza a un nivel de significación del 5%.

3. Resultados

Los resultados se muestran desde dos perspectivas. La primera, desde la perspectiva estadística de la fiabilidad de cada variable independiente para cada instrumento; y la segunda, desde el diseño y simplificación del modelo

matemático para la predicción de la competencia innovadora. Por tanto, en primer lugar se evalúa instrumento para medir la importancia del uso de la plataforma PLAD, obteniéndose con Alfa de Cronbach las siguientes fiabilidades: para desarrollo de pensamiento lógico 0.90 (fiabilidad alta); para competencia metodológica e investigativa 0.92 (fiabilidad muy alta); para competencia teórica 0.90 (fiabilidad alta), para competencia técnica 0.80 (fiabilidad alta), para procesos metalingüísticos 0.90 (fiabilidad muy alta); para creatividad e innovación 0.94 (fiabilidad muy alta), para valor y actitud 0.8 (fiabilidad alta); para libertad de aprendizaje 0.90 (fiabilidad muy alta). En torno al instrumento para medir la eficacia del uso del WhatsApp, se obtuvo para pensamiento lógico 0.92 (fiabilidad alta), para la competencia metodológica e investigativa 0.92 (fiabilidad muy alta); para la competencia teórica 0.90 (fiabilidad alta), para la competencia técnica 0.80 (fiabilidad alta), para procesos metalingüísticos 0.90 (fiabilidad muy alta); para creatividad e innovación 0.94 (fiabilidad muy alta), para valor y actitud 0.85 (fiabilidad alta), y para libertad de aprendizaje 0.95 (fiabilidad alta).

A partir de estas variables, se asume el diseño de un modelo multinivel [19], siendo la variable predictora $x_{ij} = X_i - \bar{X}$, en donde X_i es el valor de la variable independiente original obtenida del estudiante i y \bar{X} es el valor promedio de pregrado o postgrado para esa variable. La variable dependiente Y_i se obtuvo mediante la sumatoria de los puntajes obtenidos en los cuestionarios para cada variable X_i . Con $Y_i = \sum_{i=1}^8 X_i$, se analiza la variabilidad a partir de análisis de varianza ANOVA [19]. Asimismo, se analiza la normalidad y homogeneidad a partir de estadísticos y estimaciones de parámetros aleatorios, encontrándose que los efectos aleatorios asociados al nivel pregrado y postgrado se distribuyen normalmente, es decir, $e_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$ y $u_{0j} \sim N(0, \sigma_{u0}^2)$ [19].

Se toma como base del modelo lineal y_{ij} , siendo i -ésimo estudiante y j -ésimo programa (pregrado o postgrado), representado de la siguiente manera:

$$y_{ij} = \beta_{0j} + e_{ij} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \beta_{0j} &= FT_{00} + FT_{01}L_{1j} + MI_{02}LIN_{2j} + u_{0j} \\ \text{con } L_j &= L_j - \bar{L} \end{aligned} \quad (2)$$

FT_{00} representa las competencias técnicas promedio global de los estudiantes, intercepto o media total de la variable innovación; u_{0j} es la variabilidad que existe entre los programas en términos de las competencias de

innovación promedio de los estudiantes; e_{ij} denota la variabilidad que existe en las competencias de innovación de los estudiantes anidados en el j -ésima programa académico. FT_{01} y FT_{02} son las pendientes en regresión que acompañan a las variables independientes fijas del nivel 2. Para construir el modelo lineal multinivel se seleccionan las variables automatización (A) con $\rho_{x,y} = 0.91$, algoritmización y riesgo financiero (AF) denominada digitalización de la economía en postgrado con $\rho_{x,y} = 0.95$ y, del nivel 2 lógico_C (L_C), reconocimiento de imágenes para la toma de decisiones $\rho_{x,y} = 0.93$ y proceso metalingüístico_C (LIN_C), $u_{0j} \sim N(0, \sigma_{u0}^2)$, $u_{pj} \sim N(0, \sigma_{up}^2)$, $e_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$.

Nivel 1:

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}x_{1ij} + \beta_{2j}x_{2ij} + \beta_{3j}x_{3ij} + e_{ij} \quad (3)$$

Nivel 2:

Intercepto

$$\beta_{0j} = FT_{00} + FT_{01}L_{1j} + MI_{02}LIN_{2j} + u_{0j} \quad (4)$$

Pendientes

$$\beta_{pj} = \sum_{p=1}^3 FT_{p0} + \sum_{p=1}^3 \sum_{q=1}^2 MI_{pq}L_{qj} + \sum_{p=1}^P u_{pj} \quad (5)$$

Sustituyendo la ecuación 4 en 3 queda el siguiente modelo combinado.

$$y_{ij} = FT_{00} + \sum_{q=1}^2 FT_{0q}L_{qj} + \sum_{p=1}^3 FT_{p0}x_{pij} + \sum_{p=1}^3 \sum_{q=1}^2 MI_{pq}L_{qj}x_{pij} + u_{0j} + \sum_{p=1}^3 u_{pj}x_{pij} + e_{ij} \quad (6)$$

$$CI_{ij} = FT_{00} + FT_{01}L_C_j + MI_{02}LIN_C_j + MI_{10}A_{ij} + MI_{20}L_{ij} + MI_{30}LINE_{ij} + FT_{11}L_C_j * A_{ij} + FT_{12}LINE_{C_j} * A_{ij} + FT_{21}L_C_j * L_{ij} + FT_{22}LINE_C_j * L_{ij} + FT_{31}L_C_j * LINE_{ij} + FT_{32}LINE_C_j * LINE_{ij} + u_{0j} + u_{1j}AF_{ij} + u_{2j}L_{ij} + u_{1j}LINE_{ij} + e_{ij} \quad (7)$$

Al realizar test de contrastes de efectos fijos para los modelos de componentes de varianzas definidos para las competencias de innovación (CI), se genera el Modelo CI:

$$CI_{ij} = FT_{00} + FT_{01}L_C_j + MI_{02}LIN_C_j + MI_{10}A_{ij} + MI_{20}L_{ij} + MI_{30}LINE_{ij} + FT_{11}L_C_j * A_{ij} + u_{0j} + u_{1j}AF_{ij} + u_{2j}L_{ij} + u_{1j}LINE_{ij} + e_{ij} \quad (8)$$

Una vez seleccionado el modelo lineal multinivel, se usa una estructura de covarianzas de tipo sin estructura por considerar que ésta es la más general. Para verificar que la incorporación de dichos términos de error es significativa, se aplica una prueba de X^2 de verosimilitud tomando como referencia al modelo CI. Como se observa en la Tabla 1, la inclusión de las variables A, AF, MI, como términos de error al modelo CI, demuestra que son significativas ya que el p-valor resultó ser menor a 0,05; por consiguiente, las pendientes medias que relacionan las competencias investigativas con las puntuaciones de las variables de las variables predictoras son significativas, por lo que estas nuevas variables predictoras pueden ser seleccionadas como parte aleatoria del modelo CI.

De acuerdo con la ecuación 8, para la selección de las variables predictoras incluidas en el modelo lineal multinivel definitivo, se procedió a analizar parámetros utilizando una estructura de covarianzas de tipo identidad, según se muestra en la Tabla 2.

Tabla 1. Prueba de X^2 de Verosimilitud para los modelos obtenidos al incluir el efecto aleatorio para cada variable predictora de las competencias investigativas de los estudiantes

Variable	Modelo reducido 1 parámetro	Modelo completo (con variable incluida 2 parámetros)	Deviance	gl	p-valor
	-2LL	-2LL			
A	1236,837	1417,68	8,115	1	0,0033
AF	1236,817	1417,79	9,059	1	0,0003
MI	1436,837	1412,43	9,521	1	0,0034

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Estimación de los parámetros fijos del modelo

Parámetro	Estimación	Error típico (SE)	t	p-valor
Intersección	7,9150	10,8393	0,656	0,515
A	0,5316	2,4935	0,293	0,879
L	2,1813	0,2440	8,941	0,001
MI_C	0,7418	0,5813	1,257	0,257
L_C	-0,4266	0,2632	-1,506	0,151
LIN_C	1,2922	0,6058	2,133	0,056
A*L_C	-0,2506	0,1357	-1,847	0,065

Fuente: elaboración propia

De los resultados se observa que solo las variables desarrollo de pensamiento lógico, competencia metodológica y de investigación, y la interacción A*L_C, resultaron ser significativas al 5%. El modelo CI tiene entonces la estructura mostrada en la ecuación 9:

$$CI_{ij} = FT_{01}MI_{Cj} + FT_{10}L_{ij} + MI_{11}L_{Cj} + A_{ij} + u_{oj} + e_{ij} \quad (9)$$

En esta fórmula, \widehat{FT}_{10} indica el cambio en las competencias de innovación CI promedio de los estudiantes por cada unidad de aumento en nivel de desarrollo de pensamiento lógico (L) controlando los efectos de las variables restantes, o la relación existente entre L y las CI, controlando los efectos de las variables restantes. \widehat{MI}_{11} indica el cambio en las competencias investigativas promedios de los estudiantes como consecuencia de las competencias de desarrollo del pensamiento lógico. \widehat{FT}_{01} es la interacción cruzada entre competencias propias de la competencia técnica y las competencias metodológica investigativa. u_{oj} es el efecto aleatorio del j -ésima programa que cursa sobre las medias y. e_{ij} es el error aleatorio asumido con distribución normal e independiente con media cero y varianzas constantes (σ_{u0}^2 , σ_e^2) respectivamente [20].

En el modelo CI se procedió a realizar un análisis excluyendo la variable L del componente aleatorio (modelo reducido) e incluyendo dicha variable en el componente aleatorio (modelo completo), cuyos resultados muestran parámetros fijos en modelo reducido L 2.47*** (0.01), MI_C 1.35*** (0.15), A*L_C -1.02*** (0.07) y aleatorios $\hat{\sigma}_{u0}^2=21$ promedio (16.15), residuos $\hat{\sigma}_e^2$ 45*** (4.5) -2 log de la verosimilitud restringida 1.455,046; ***p<0.01; y en modelo completo reducido L 2.1 (7.01), MI_C 1.75*** (0.15), A*L_C -0.02*** (0.105) y aleatorios $\hat{\sigma}_{u0}^2=824$ promedio (544.2), residuos $\hat{\sigma}_e^2$ 33*** (3.5) y -2 log de la verosimilitud restringida 1.517,157; ***p<0.01.

Al excluir la variable L se observa que es significativa en el componente fijo, no así cuando se incluye como parte del componente aleatorio. Tanto la variable MI_C como la interacción A*L_C son estadísticamente significativas en ambos modelos. En cuanto al componente aleatorio del modelo CI reducido y completo se tiene que la varianza de los residuos evidencia una reducción de la variabilidad, al igual que la varianza entre los programas (pregrado y postgrado), indica una reducción en comparación al modelo nulo ($\hat{\sigma}_{u0}^2=82,875$) para el modelo reducido, no así para el modelo completo. Al comparar el estadístico -2LL entre ambos modelos resultó ser menor el del modelo reducido; aunque en ambos casos son significativos al compararlo con una distribución X^2 . Por lo tanto, el modelo multinivel final queda estructurado de la siguiente manera:

$$CI_{ij} = 1,35 * FT_{01} + 2,47 * FT_{10} - 1,02 * MI_{11} + u_{oj} + e_{ij} \quad (10)$$

$$\hat{\sigma}_e^2 = 45\hat{\sigma}_{u0}^2 = 21$$

Al ser FT_{01} la pendiente de regresión de las competencias teóricas, FT_{10} es la pendiente de regresión de dicha competencia y MI_{11} es la pendiente de regresión de la interacción de la automatización con las competencias de desarrollo de pensamiento lógico. Sustituyendo estas variables se tiene la ecuación 11:

$$CI_{ij} = 1,35 * L_C + 2,47 * L - 1,02 * A + L_C + u_{oj} + e_{ij} \quad (11)$$

A partir del modelo, se calcula el coeficiente de determinación R^2 obteniéndose 0.95 en pregrado, con el que se estaría explicando el 95% de la variabilidad observada en las competencias de innovación, y en postgrado de 0.875 con el cual se estaría explicando el 87.5% de la variabilidad en estas competencias. Por lo tanto, se concluye que el modelo CI es adecuado para describir la relación existente entre las variables predictoras seleccionadas con las competencias de innovación de los estudiantes de pregrado y postgrado, siendo éstas el desarrollo del pensamiento lógico, la competencia metodológica y de investigación, y la formación técnica previa del estudiante.

Tratándose de las áreas de ingeniería y ciencias básicas resultan consistentes estos hallazgos, especialmente el de la competencia metodológica y de investigación, considerándose inminentemente necesario conectar a los estudiantes con las realidades de su entorno, de cuya interacción deberían generarse necesidades de innovación, y a través de su atención, desarrollarse competencias innovadoras [21]. Por su parte, en cuanto

al pensamiento lógico, la innovación amerita centrar al estudiante en el entorno innovativo, desarrollándole la capacidad de comprender las relaciones sistémicas complejas del entorno que le rodean, ejerciendo desde el pregrado procesos objetivos de imaginación creativa, análisis, comparación y abstracción.

Finalmente, es un componente de ventaja comparativa, el hecho de que un estudiante de pregrado desarrolle en paralelo una formación técnica, y más aún que logre desarrollar estudios de postgrado teniendo estos dos componentes. Bien es sabido que la educación técnica [7] provee al estudiante de capacidades prácticas para brindar soluciones efectivas en diversas áreas del entorno social, insertando con mayores facilidades al técnico en el campo laboral, pudiendo incluso prestar servicios y desarrollar productos y servicios en el marco tecnológico. Por tanto, para la competencia innovadora, la competencia técnica como background formativo de un estudiante en el área de ingeniería y ciencias básicas, de seguro se convertirá en un predictor de innovación.

Adicionalmente, durante el proceso de desarrollo de las estrategias formativas a través de las plataformas digitales, se pudo determinar que la tutoría virtual es un recurso poco explorado, dado que los estudiantes están acostumbrados a la asesoría presencial [22]. No obstante, se constituyó en un factor diferenciador, dándose la posibilidad de orientar y acompañar a los estudiantes en su proceso por parte de un tutor [23], lo cual se convirtió en una oportunidad de diálogo, requiriendo de momentos de planeación, revisión y realización de adaptaciones didácticas continuas, así como de apoyo de otros profesionales de otras áreas para resolver dudas o nuevos retos planteados por parte de los estudiantes o los mismos docentes.

4. Conclusiones

Dado el objetivo de determinar las variables predictoras de innovación en programas de ingeniería y postgrado utilizando estrategias basadas en plataformas digitales, se concluye que al utilizar estas herramientas aparecen como predictoras con alta fiabilidad estadística, el desarrollo de pensamiento lógico, la competencia metodológica e investigativa, la competencia teórica, la competencia técnica, los procesos metalingüísticos, la creatividad e innovación, los valores y actitudes, y la libertad de aprendizaje. Al manejar estas variables a través de un modelo matemático multinivel, se encuentran tres variables en las que se concentra la variabilidad de más del 87,5% de las competencias de innovación en los estudiantes de pregrado y postgrado, siendo estas el desarrollo del pensamiento lógico, la competencia metodológica y de investigación, y la formación técnica previa del estudiante.

Los resultados apuntan a que las estrategias formativas a través de plataformas digitales en el campo de la ingeniería y las ciencias básicas, estén enfocadas a enfatizar el rol del docente en la inserción del estudiante en procesos innovativos, fundamentando sus procesos formativos en actividades interactivas que hagan prevalecer el pensamiento lógico, la actitud hacia la investigación, y que utilicen las capacidades ya adquiridas por el estudiante en otros contextos [24], lo cual sirva de elemento motivador para los demás compañeros de curso. Al respecto, los recintos universitarios poseen la misión de convertirse en entes generadores de conocimiento que coadyuve al desarrollo del entorno circundante, razón por la cual conocer las variables a través de las cuales predecir la innovación, desarrollarlas y alcanzar dicha innovación, es un aporte clave para la formación de pregrado y postgrado.

En este contexto, se pudo reafirmar que el rol del profesor es indispensable en la generación de retos innovativos a través de la formación virtual, potenciando actividades de desarrollo de la lógica y la creatividad [25] en la solución de problemas con base en el diseño u optimización de recursos, productos y servicios [26]. Al respecto, la tutoría académica [27] seguirá demostrándose que es un elemento fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje, en entornos virtuales o presenciales, siendo un reto pedagógico para el docente en la sociedad del conocimiento y de la información, la construcción de ambientes de aprendizaje con sólidos procesos comunicativos y de socialización, los cuales creen una disposición del estudiante hacia los procesos de innovación en programas de pregrado y postgrado. De allí que los resultados aquí obtenidos, desde el punto cuantitativo, se constituyen en un punto de partida para la renovación en la educación superior, y a la vez en la formación técnica, al demostrarse la relevancia que tiene esta última en los procesos innovativos de los siguientes niveles educativos.

Agradecimientos

A los Grupos de investigación Euler en Educación Matemática y Graunt en Estadística aplicada y al Fondo de Investigación Universitarias FINU de la Universidad Francisco de Paula Santander (Colombia).

Referencias

- [1] N. Bernal, M. Muñoz, M. Vergel, “Fomento de la convivencia en instituciones de educación superior desde la Consejería académica y de investigación”, *Revista Logos, ciencia y tecnología*, vol. 10, no. 1, pp. 69, 2018, doi: 10.22335/rict.v10i1.517

- [2] J. Cabero, M. Llorent, "La alfabetización digital de los alumnos, competencias digitales para el siglo XXI", *Revista Portuguesa de Pedagogía*, vol. 42, no. 2, pp. 7-28, 2008, doi: 10.14195/1647-8614_42-2_1
- [3] P. Carlino, "Alfabetización académica diez años después", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 38, no. 57, pp. 355-381, 2013.
- [4] B. Figueroa, M. Aillon, A. Fuentealba, "La escritura académica con soporte de esquemas digitales en la formación docente", *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, vol. 11 no. 1, pp. 18-32, 2014, doi: 10.7238/rusc.v11i1.1665
- [5] D. Marín, I. Garzón, F. Santamaría, "Choice of instructional design for the development of a learning environment in blended mode", *Revista Respuestas*, vol. 24, no. 1, pp. 65-75, doi: 10.22463/0122820X.1808
- [6] B. Gros, P. Lara, "Estrategias de innovación en la educación superior: el caso de la Universitat Oberta de Catalunya", *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 1, no. 49, pp. 1-10, 2009.
- [7] S. Unzueta, "Educación técnica, tecnológica y productiva para adultos desde una perspectiva neurodidáctica, crítica, reflexiva y propositiva", *Revista Integra Educativa*, vol. 4, no. 1, pp. 85-115, 2011.
- [8] C. Arias, "Las competencias comunicativas en la educación superior. Una experiencia etnográfica", *Revista Horizontes Pedagógicos*, vol. 6, no. 1, pp. 1-15, 2004. [En línea]. Disponible en: <https://horizontespedagogicos.iber.edu.co/article/view/581>
- [9] A. Ortega, M. Vergel, J. Martínez, "Validity of microrubri, instrument to measure the development of competences in mathematics", *Journal of Physics: Conference Series* 1160, pp. 1-6, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1160/1/012025
- [10] H. Parra, J. Rojas, M. Vergel, "Curricular trends in the Universidad Francisco de Paula Santander academic program offerings", *Journal of Physics: conferences series* 1329, p. 1-5, 2019. doi: doi:10.1088/1742-6596/1329/1/012013
- [11] M. Vergel, J. Martínez, S. Zafra, "Apps en el rendimiento académico y auto concepto de estudiantes de ingeniería", *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, vol. 6, no. 1, pp. 198-208, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6471187>
- [12] M. Fujioka, "U.S. writing center theory and practice: implications for writing centers in Japanese universities", *Kinki University Center for Liberal Arts and Foreign Languages Education Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 205-224, 2011.
- [13] G. Hays, "Learners helping learners in an EFL writing center", *JALT2009 Conference Proceedings*, vol. 17, no. 1, 2014. [En línea]. Disponible en: <https://jalt-publications.org/archive/proceedings/2009/E013.pdf>
- [14] E. Aliste, M. Contreras, V. Sandoval, "Industrialización, desarrollo y ciudad: transformaciones socio-demográficas y espaciales en la geografía social del gran Concepción (1950-2010)", *Revista Invi*, vol. 27, no. 75, pp. 21-71, 2012, doi: 10.4067/S0718-83582012000200002
- [15] B. Tan, "Innovating writing centers and online writing labs outside North America", *The Asian EFL Journal Quarterly*, vol. 13, no. 2, pp. 390-417, 2015.
- [16] S. Palmas, "Digital technology as a tool for the democratization of powerful mathematical ideas", *Revista Colombiana de Educación*, vol. 74, no. 1, pp. 1-24, 2018.
- [17] R. Hernández, C. Fernández, P. Baptista, *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill Education, 2014.
- [18] H. Goldstein, *Multilevel statistical models*. London: Institute of Education, Multilevel Models Project, 1999.
- [19] F. Murillo, "Los modelos multinivel como herramienta para la investigación educativa", *Magis: Revista Internacional de Investigación en Educación*, vol. 1, no. 1, pp. 45-62, 2008.
- [20] C. Werner, "Constructing Student Learning through Faculty Development: Writing Experts, Writing Centers, and Faculty Resources", *CEA Forum, College English Association*, vol. 42, no. 2, pp. 79-92, 2013.
- [21] C. Báez, C. Clunie, "El modelo tecnológico para la implementación de un proceso de educación ubicua en un ambiente de computación en la nube móvil", *Revista UIS Ingenierías*, vol. 19, no. 4, pp. 77-88, 2020, doi: 10.18273/revuin.v19n4-2020007
- [22] M. Vergel, J. Martínez, S. Zafra, "Validez de instrumento para medir la calidad de vida en la juventud: VIHDA", *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, vol. 7, no. 20, pp. 17-26, 2015.

[23] J. Martínez, M. Vergel, S. Zafra, *Comportamiento juvenil y competencias prosociales*. Bogotá: Grupo Editorial Ibáñez, 2016.

[24] M. Santamaria, V, Ramon. “Stop-motion como componente didáctico-tecnológico para reducir el consumo de alcohol en estudiantes de ingeniería”, *Aibi, Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, vol. 7, no. 2, pp. 88-94, doi: 10.15649/2346030X.579

[25] J. Nieto, J. Rojas, M. Vergel, *Impacto de estrategia pedagógica basada en el aprendizaje creativo para estudiantes de ingeniería*. Bogotá: Grupo Editorial Ibáñez, 2019.

[26] M. Latorre, E. Flórez, J. Serrano, “Desarrollo de un software académico para el cálculo de carga térmica para la asignatura de aires acondicionados en la Universidad de Pamplona”, *Revista UIS Ingenierías*, vol. 19, no. 3, pp. 87-96, 2020. doi: 10.18273/revuin.v19n3-2020009

[27] A. Pineda. *Una cultura de la tutoría: Fundamentación de un sistema de tutorías desde el programa Taller de Lenguaje de la FUAC*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2015.