

Teacher Digital Competence and Educational Performance in Public Universities of Peru: Nonlinear Evidence with Restricted Cubic Splines

Luis Ricardo Flores-Vilcapoma¹; Augusto Aliaga-Miranda²; Julio César Mariños-Alfaro³; José Vladimir Ponce-de-León-Berrios³; Anieval Cirilo Peña-Rojas⁴; Paulo César Callupe-Cueva⁵; Wilmar Salvador Chavarry-Becerra⁶

¹Universidad Tecnológica del Perú, Perú, C28305@utp.edu.pe

²Universidad Científica del Sur, Perú, aaliagami@ucsur.edu.pe

³Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, Perú, jmarinos@uniscjsa.edu.pe,
jponce@uniscjsa.edu.pe

⁴Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú, acpenia@uncp.edu.pe

⁵Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, Perú, pcallupe@unaat.edu.pe

⁶Universidad Continental, Perú, wchavarry@continental.edu.pe

Abstract– Teacher digital competence has acquired a key role in higher education, especially in public universities where digitization processes have been uneven. This study analyzes the relationship between teachers' digital competence and educational performance in public universities in Peru, considering possible nonlinear effects. A quantitative approach was used, with a non-experimental, cross-sectional design, applying surveys to a sample of 30 university students. Educational performance was operationalized in three dimensions—professional performance, personal performance, and social performance—while the learning experience was measured through lesson planning, classes with a predominance of procedures, and the level of perceived learning. The analysis included descriptive statistics, Spearman correlations, and linear regression models compared with nonlinear models using restricted cubic splines. The results show positive and significant associations between the analyzed dimensions, as well as substantial improvements in the fit of the nonlinear models compared to traditional linear specifications. In particular, non-homogeneous effects are identified, suggesting the presence of thresholds beyond which the pedagogical integration of digital competence translates into higher levels of performance. It is concluded that teachers' digital competence contributes to educational performance only when it is intentionally and systematically integrated into pedagogical practice. The findings provide relevant empirical evidence for the design of teacher training policies and the strengthening of educational quality in Peruvian public universities. This study contributes to the literature by demonstrating that the relationship between teachers' digital competence and educational performance is not linear, revealing the existence of pedagogical thresholds through the use of restricted cubic splines.

Keywords– Digital teaching competence, Student satisfaction, Public higher education, Personal performance, Social performance, Professional performance.

Competencia digital docente y desempeño educativo en universidades públicas de Perú: Evidencia no lineal con splines cúbicos restringidos

Luis Ricardo Flores-Vilcapoma¹; Augusto Aliaga-Miranda²; Julio César Mariños-Alfaro³; José Vladimir Ponce-de-León-Berrios³; Anieval Cirilo Peña-Rojas⁴; Paulo César Callupe-Cueva⁵; Wilmar Salvador Chavarry-Becerra⁶

¹Universidad Tecnológica del Perú, Perú, C28305@utp.edu.pe

²Universidad Científica del Sur, Perú, aaliagami@ucsur.edu.pe

³Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, Perú, jmarinos@uniscjsa.edu.pe, jponce@uniscjsa.edu.pe

⁴Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú, acpenia@uncp.edu.pe

⁵Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, Perú, pcallupe@unaat.edu.pe

⁶Universidad Continental, Perú, wchavarry@continental.edu.pe

Resumen— La competencia digital docente ha adquirido un rol clave en la educación superior, especialmente en universidades públicas donde los procesos de digitalización han sido desiguales. El presente estudio analiza la relación entre la competencia digital del docente y el desempeño educativo en universidades públicas del Perú, considerando posibles efectos no lineales. Se empleó un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental y transversal, aplicando encuestas a una muestra de 30 estudiantes universitarios. El desempeño educativo fue operacionalizado en tres dimensiones —desempeño profesional, rendimiento personal y desempeño social—, mientras que la experiencia formativa se midió a través de la planificación de la enseñanza, las clases con predominio de procedimientos y el nivel de aprendizaje percibido. El análisis incluyó estadísticos descriptivos, correlaciones de Pearson y modelos de regresión lineal comparados con modelos no lineales mediante splines cúbicos restringidos. Los resultados evidencian asociaciones positivas y significativas entre las dimensiones analizadas, así como mejoras sustantivas en el ajuste de los modelos no lineales frente a las especificaciones lineales tradicionales. En particular, se identifican efectos no homogéneos que sugieren la presencia de umbrales a partir de los cuales la articulación pedagógica de la competencia digital se traduce en mayores niveles de desempeño. Se concluye que la competencia digital docente contribuye al desempeño educativo solo cuando se integra de manera intencional y estructurada en la práctica pedagógica. Los hallazgos aportan evidencia empírica relevante para el diseño de políticas de formación docente y el fortalecimiento de la calidad educativa en la universidad pública peruana. Este estudio contribuye a la literatura al demostrar que la relación entre competencia digital docente y desempeño educativo no es lineal, evidenciando la existencia de umbrales pedagógicos mediante el uso de splines cúbicos restringidos.

Palabras clave— Competencia digital docente, Satisfacción estudiantil, Educación superior pública, Rendimiento personal, Desempeño social, Desempeño profesional.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, resulta difícil hablar de educación universitaria sin hacer referencia a la tecnología [1]. En los últimos años, y con mayor intensidad desde la pandemia, el rol del docente ha experimentado cambios evidentes. Ya no es suficiente que domine los contenidos de una asignatura; ahora también se espera que sepa desenvolverse en entornos digitales, comunicarse a través de plataformas virtuales y utilizar la tecnología como un recurso que fortalezca el aprendizaje de los estudiantes [2]. Esta realidad se ha manifestado con mayor claridad en las universidades públicas del Perú, donde el proceso de adaptación ha sido desigual y, en muchos casos, complejo [3].

Desde la perspectiva estudiantil, es posible observar que los docentes no enfrentan este reto de la misma manera. Mientras algunos se adaptan con facilidad al uso de herramientas digitales, organizan mejor sus clases y emplean recursos variados que fomentan una mayor participación, otros presentan dificultades técnicas o continúan apoyándose principalmente en métodos tradicionales que no siempre responden a las exigencias de los entornos virtuales [4]. Estas diferencias se perciben con claridad y, en muchos casos, terminan influyendo tanto en los resultados alcanzados como en el interés del estudiantado [5].

En el contexto peruano, la educación superior pública cumple un papel clave en la formación de profesionales y en la reducción de brechas sociales [6]. Sin embargo, asegurar una educación de calidad implica afrontar diversos desafíos estructurales, entre los cuales destaca la necesidad de una formación continua para los docentes [7]. La competencia digital docente va más allá del manejo básico de computadoras o plataformas virtuales; supone saber seleccionar herramientas adecuadas, adaptarlas a la realidad del estudiante y utilizarlas con un propósito pedagógico claro. Cuando esto no se logra, la

tecnología deja de ser un apoyo y puede convertirse en una dificultad adicional para el proceso de aprendizaje [8].

El desempeño educativo no debería evaluarse solo a partir de notas o resultados en exámenes. También tiene mucho que ver con cómo el docente estructura su curso, explica los temas, evalúa el aprendizaje y acompaña a los estudiantes a lo largo del proceso. Desde esta perspectiva, la competencia digital del docente puede marcar una diferencia importante, un ejemplo es cuando un profesor sabe usar adecuadamente recursos digitales, puede apoyarse en videos, simulaciones o materiales interactivos para explicar temas complejos, lo que facilita la comprensión y despierta mayor interés en clase. Por el contrario, cuando estas habilidades no están bien desarrolladas, las sesiones tienden a volverse más rígidas y poco dinámicas, lo que dificulta seguir el ritmo académico [9].

A pesar de la creciente importancia que se le da a la competencia digital docente, todavía existen vacíos en la forma en que se estudia su relación con el desempeño educativo en las universidades públicas del Perú. En muchos casos, se da por sentado que el simple hecho de usar tecnología mejora la enseñanza, sin analizar de qué manera se aplica ni qué efectos reales tiene en el aprendizaje de los estudiantes. Esta visión resulta incompleta y deja de lado aspectos fundamentales que requieren un análisis más profundo y crítico [10].

Frente a esta situación, el presente estudio se plantea como objetivo examinar de qué manera la competencia digital de los docentes influye en el desempeño educativo en la educación superior pública peruana, a partir de un enfoque cuantitativo. Analizar esta relación permitirá identificar tanto aciertos como debilidades en la práctica docente y, al mismo tiempo, generar información útil para orientar decisiones institucionales, diseñar programas de capacitación más pertinentes y fortalecer la calidad educativa.

En definitiva, reflexionar sobre la competencia digital docente no implica dejar de lado la experiencia ni el conocimiento pedagógico tradicional, sino reconocer que el contexto universitario actual exige nuevas formas de enseñar y aprender. Estudiar cómo estas competencias influyen en el desempeño educativo se convierte en un paso necesario para contribuir al fortalecimiento de la educación pública y responder de manera más adecuada a un entorno cada vez más digitalizado

En el presente estudio, la competencia digital docente se analiza desde una perspectiva pedagógica aplicada, entendida no únicamente como el dominio técnico de herramientas digitales, sino como su integración efectiva en la planificación de la enseñanza, el desarrollo de clases orientadas a procedimientos y la facilitación del aprendizaje. Desde esta aproximación, dichas dimensiones operan como manifestaciones observables de la competencia digital docente, mientras que el desempeño educativo se concibe como el resultado de su articulación pedagógica en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

II. REVISIÓN LITERARIA

A. Competencia digital docente en la educación superior

En los últimos años, ha ganado un espacio importante dentro de la educación universitaria. Esto no se explica solo por el avance acelerado de la tecnología, sino también porque la manera en que los estudiantes aprenden hoy es distinta y exige nuevas formas de enseñar. En ese sentido, la competencia digital no se reduce a saber usar una plataforma virtual o proyectar diapositivas, sino a entender cómo la tecnología puede apoyar de forma real el proceso de enseñanza y hacerlo más significativo [11].

Es evidente que no todos los docentes se sienten igual de cómodos al trabajar con herramientas digitales. Algunos las utilizan con confianza y naturalidad, lo que se refleja en clases mejor organizadas y materiales más claros. Otros, en cambio, presentan dificultades que afectan el desarrollo de la sesión, ya sea por problemas técnicos o por una falta de familiaridad con las plataformas. Cuando el docente maneja bien estas herramientas, la clase fluye con mayor orden y el estudiante puede concentrarse en aprender, sin distracciones ni confusiones que interrumpan el proceso.

La literatura señala que la competencia digital docente se construye a partir de varios elementos, entre ellos la capacidad para buscar y seleccionar información confiable, el uso adecuado de herramientas digitales con fines educativos y una comunicación efectiva en entornos virtuales. No obstante, en muchos casos, estas habilidades se han desarrollado de manera práctica y no como resultado de una formación estructurada, lo que genera diferencias notorias entre docentes, incluso dentro de una misma facultad o universidad [12].

Diversos marcos internacionales han contribuido a conceptualizar la competencia digital docente en la educación superior. Uno de los más utilizados es el DigCompEdu, desarrollado por la Unión Europea, el cual organiza las competencias digitales del docente en áreas relacionadas con la enseñanza, evaluación, empoderamiento estudiantil y desarrollo profesional. Asimismo, organismos como la UNESCO y el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF) han propuesto modelos orientados al fortalecimiento de capacidades digitales aplicadas al contexto educativo. Estos referentes permiten comprender que la competencia digital docente no se limita al uso técnico de herramientas, sino que involucra su integración pedagógica dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

En el caso de las universidades públicas del Perú, esta realidad se vuelve aún más compleja debido a las limitaciones relacionadas con la infraestructura tecnológica, la conectividad y la falta de programas de capacitación continua. A pesar de estas dificultades, se percibe un esfuerzo progresivo por parte de muchos docentes para adaptarse a los entornos digitales, especialmente después de la pandemia, que obligó a replantear de forma rápida y casi obligatoria las prácticas educativas tradicionales

B. Desempeño educativo en la educación superior pública

El desempeño educativo es un concepto amplio que no puede reducirse únicamente a los resultados académicos obtenidos por los estudiantes. En la educación superior, este desempeño también está relacionado con la forma en que se desarrollan las clases, la claridad de las explicaciones, la coherencia de las evaluaciones y el acompañamiento que brinda el docente durante el proceso de aprendizaje [13].

Desde la perspectiva estudiantil, un buen desempeño docente se percibe cuando el profesor logra explicar temas complejos de manera sencilla, utiliza ejemplos cercanos a la realidad del estudiante y mantiene una comunicación constante. En este sentido, el desempeño educativo no depende solo del conocimiento teórico del docente, sino también de su capacidad para transmitirlo de forma efectiva [14].

La literatura señala que los estudiantes suelen mostrar mejores resultados cuando perciben que el docente está preparado, organizado y comprometido con su aprendizaje. En el caso de la educación pública peruana, este aspecto cobra especial importancia, ya que muchos estudiantes enfrentan dificultades adicionales, como limitaciones económicas o problemas de acceso a recursos tecnológicos. Por ello, el rol del docente como guía y facilitador del aprendizaje resulta fundamental [15].

Asimismo, el desempeño educativo se ve influido por la forma en que se evalúa el aprendizaje. Evaluaciones claras, criterios bien definidos y retroalimentación oportuna contribuyen a que los estudiantes comprendan sus errores y mejoren progresivamente. Cuando estos elementos no están presentes, el proceso educativo se vuelve confuso y desmotivador.

C. Relación entre competencia digital docente y desempeño educativo

La relación ha cobrado mayor atención en los últimos años, sobre todo a partir del crecimiento de la educación virtual. En general, los estudios coinciden en que cuando un docente cuenta con mayores habilidades digitales, tiene más posibilidades de mejorar la forma en que enseña y, en consecuencia, el aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo, este impacto positivo no depende únicamente del uso de la tecnología, sino de que esta sea aplicada con un sentido pedagógico claro [16].

En el desarrollo normal de las clases, esta relación se evidencia cuando el docente utiliza recursos digitales para fortalecer su enseñanza, como pequeños videos, foros virtuales de diálogo o materiales interactivos que ayudan a entender mejor los contenidos. Estas herramientas no solo hacen más accesibles los temas difíciles, sino que también despiertan mayor interés y participación dentro de los estudiantes. Es muy diferente a cuando la tecnología es usada sin una intención clara o de manera muy limitada, ya que su efecto en el aprendizaje terminara siendo casi nulo o hasta irrelevante.

En el contexto de las universidades públicas del Perú, esta relación presenta aún varios retos. Si bien muchos docentes han comenzado a incorporar varias herramientas digitales en su labor diaria, no siempre existe una conexión clara entre el uso de la

tecnología y los objetivos de aprendizaje del curso. Esta falta de articulación genera una brecha entre el potencial que ofrecen las herramientas digitales y los resultados que realmente se observan en el desempeño educativo [17].

Asimismo, la literatura señala que la disposición y el uso efectivo de la tecnología dependen en gran medida de la formación y la actitud del docente. Aquellos docentes que se sienten seguros y motivados para utilizar herramientas digitales suelen mostrar mayor apertura a la innovación en sus clases [18]. Según un estudio de [19], la innovación tecnológica juega un papel clave en la mejora de la competitividad empresarial en el Perú. Por el contrario, quienes no cuentan con el apoyo o la capacitación necesaria tienden a restringir el uso de la tecnología a funciones básicas, lo que limita su impacto en el proceso educativo [20].

D. Vacíos identificados en la literatura

A pesar del creciente interés por el tema, aún existen vacíos importantes en la literatura, especialmente en estudios centrados en la educación superior pública peruana. Muchas investigaciones se han desarrollado en contextos privados o en países con mayores niveles de digitalización, lo que dificulta la generalización de sus resultados al contexto nacional [21].

Además, son limitados los estudios que analizan de manera cuantitativa la relación entre la competencia digital docente y el desempeño educativo desde la percepción de los estudiantes. Esto evidencia la necesidad de investigaciones que permitan medir esta relación de forma objetiva, considerando las particularidades del sistema universitario público del Perú [22].

En este sentido, resulta pertinente desarrollar estudios que aporten evidencia empírica sobre cómo la competencia digital del docente influye en el desempeño educativo, con el fin de orientar estrategias de formación docente y fortalecer la calidad de la educación superior pública.

III. METODOLOGÍA

A. Muestra

La Tabla I sintetiza la arquitectura conceptual del estudio al organizar sus variables centrales en dos constructos multidimensionales, cada uno desagregado en tres dimensiones observables. Por un lado, el desempeño se operacionaliza mediante el desempeño profesional (DP), que alude al cumplimiento técnico y ético de la labor docente; el rendimiento personal (RP), asociado a rasgos de autorregulación, compromiso y disposición individual en el proceso de enseñanza; y el desempeño social (DS), vinculado con la interacción, la convivencia y la proyección relacional dentro del entorno educativo. Esta desagregación permite entender el desempeño no como un atributo único, sino como un perfil compuesto por componentes complementarios.

La muestra estuvo conformada por 30 estudiantes pertenecientes a universidades públicas del Perú, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. Los participantes correspondieron a programas académicos vinculados al área de educación y ciencias

sociales, considerando estudiantes que mantenían interacción frecuente con entornos virtuales de aprendizaje y plataformas digitales utilizadas por sus docentes. Aunque el tamaño de la muestra es reducido, este resulta coherente con el carácter exploratorio del estudio y con investigaciones que emplean modelos no lineales y análisis perceptuales para identificar patrones funcionales preliminares. En ese sentido, los resultados deben interpretarse como evidencia empírica inicial, susceptible de ser ampliada y contrastada en futuras investigaciones con muestras más extensas y diseños metodológicos de mayor alcance.

TABLA I
 PRINCIPALES VARIABLES

Variables	Dimensión	Indicador
Desempeño docente	Desempeño profesional (DP)	Evaluación global del desempeño docente, incluyendo criterios como calidad técnica, ética y resultados del aula.
	Rendimiento personal (RP)	Evaluación del grado de autonomía, compromiso y efectividad individual del docente.
	Desempeño social (DS)	Valoración de la interacción docente con estudiantes y su impacto en la comunidad educativa.
Satisfacción estudiantil	Planificación de la enseñanza (PE)	Grado de satisfacción de los estudiantes con la estructura y claridad de la planificación de clases.
	Clases con predominio de procedimientos (CPP)	Evaluación del enfoque metodológico utilizado en las clases, basado en la aplicación de procedimientos claros y específicos.
	Nivel de aprendizaje (NA)	Grado en que los estudiantes perciben que su aprendizaje ha sido adecuado y efectivo en relación a los objetivos del curso.

Este tamaño muestral es consistente con estudios exploratorios que emplean modelos no lineales y análisis perceptuales, donde el interés se centra en la identificación de patrones funcionales más que en la inferencia poblacional amplia

Por otro lado, la satisfacción estudiantil se representa a través de dimensiones que capturan aspectos específicos de la experiencia formativa: la planificación de la enseñanza (PE), como señal de organización y claridad del proceso pedagógico; las clases con predominio de procedimientos (CPP), que reflejan la orientación metodológica y la estructuración de actividades; y el nivel de aprendizaje (NA), que aproxima el resultado percibido del proceso educativo. En conjunto, la tabla delimita con precisión qué se entiende por cada variable y cómo será medida, lo que facilita construir indicadores consistentes (por dimensión o agregados) y, sobre todo, analizar relaciones entre componentes concretos.

B. Modelos de regresión

Modelo lineal base:

$$y_i = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}x_1 + \beta_{i,2}x_2 + \beta_{i,3}x_3 + e_{it}, \text{ para } i = 1,2,3 \tag{1}$$

Modelo no lineal con spline (cúbico restringido) natural

$$y_i = \beta_{i,0} + \sum_{m=1}^M \beta_{i,m}B_m(x_1) + \beta_{i,2}x_2 + \beta_{i,3}x_3 + e_{it}, \text{ para } i = 1,2,3 \tag{2}$$

Donde $B_m(.)$ es la base de un spline cúbico restringido (spline natural: cúbico por tramos con “colas” lineales en los extremos). Así también:

y_1 : Desempeño profesional

y_2 : Rendimiento personal

y_3 : Desempeño social

x_1 : Planificación de la enseñanza

x_1^2 : Planificación de la enseñanza al cuadrado

x_2 : Clases con predominio de procedimientos

x_3 : Nivel de aprendizaje

e_{it} : Termino de perturbación, $e_{it} \sim iid(0, \sigma^2)$

IV. RESULTADOS

A. Análisis estadístico

TABLA II
 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

Estadísticos	Desempeño profesional	Rendimiento personal	Desempeño social	Planificación de la enseñanza	Clases con predominio de procedimientos	Nivel de aprendizaje
N	30	30	30	30	30	30
Max	60	37	32	24	16	28
Min	42	23	23	11	4	14
Media	53.833	32.533	28.967	20.733	14.133	24.133
DS	5.639	3.928	3.023	3.965	2.488	4.478
Varianza	31.799	15.430	9.137	15.720	6.189	20.051
P50	54.000	33.000	30.000	22.000	15.000	26.500
Asimetría	-0.405	-0.751	-0.394	-1.123	-2.328	-0.664
Curtosis	2.024	2.510	1.602	3.199	10.080	1.995
Shapiro-Wilk p-valor	0.000	0.000	0.004	0.165	0.003	0.061

La Tabla II presenta los estadísticos descriptivos de las variables clave del estudio, las cuales incluyen dimensiones de desempeño y satisfacción estudiantil. En primer lugar, se observa que el tamaño de muestra es consistente en todas las dimensiones, con N = 30. En términos de tendencia central, las medias varían notablemente entre las dimensiones: el desempeño profesional tiene una media de 53.83, mientras que el rendimiento personal y desempeño social son más bajos, con medias de 32.53 y 28.97, respectivamente. De manera similar, las dimensiones de satisfacción, como la planificación de la enseñanza (media de 20.73) y nivel de aprendizaje (media de 24.13), se sitúan en valores intermedios, con la planificación de clases con predominio de procedimientos mostrando el valor más bajo de 14.13.

En términos de dispersión, se destacan las diferencias en Desviación Estándar (DS): el desempeño profesional muestra una SD de 5.64, lo que indica cierta variabilidad, mientras que rendimiento personal (DS = 3.93) y desempeño social (DS = 3.02) tienen una dispersión más contenida, lo que sugiere que los participantes tienden a calificar de manera más homogénea en estas dimensiones. Las dimensiones de satisfacción muestran una mayor variabilidad, especialmente planificación de la enseñanza (DS = 3.97) y nivel de aprendizaje (DS = 4.48), mientras que clases con predominio de procedimientos tiene la menor dispersión (DS = 2.49).

Así también, la asimetría y curtosis brindan información sobre la forma de las distribuciones. La asimetría negativa en todas las variables, especialmente en clases con predominio de procedimientos (asimetría = -2.33), indica que las distribuciones están sesgadas hacia los valores más altos, lo que sugiere una tendencia positiva generalizada en las evaluaciones. La curtosis muestra que la mayoría de las distribuciones son más planas que una normal, con valores particularmente altos en clases con predominio de procedimientos (curtosis = 10.08), lo que indica que hay pocos valores extremos. Además, los resultados del test de Shapiro-Wilk sugieren que la mayoría las variables presentan distribuciones significativamente diferentes de la normalidad, lo que sugiere que los datos no siguen una distribución normal y podría ser necesario utilizar técnicas estadísticas robustas o transformaciones para los análisis posteriores.

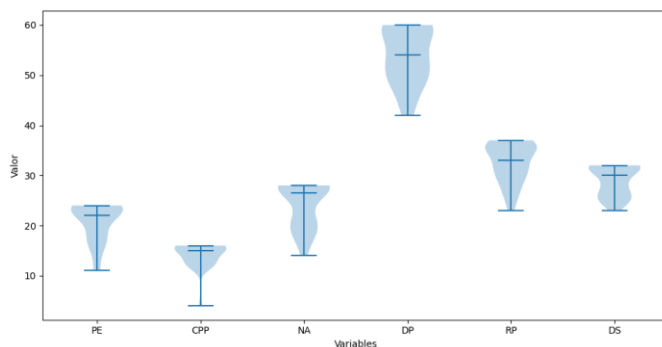


Fig. 1 Diagramas de violín (mediana y extremos).

La Fig. 1 muestra la distribución de las seis dimensiones mediante diagramas de violín, incorporando la mediana y los valores extremos. En conjunto, se observa que las densidades tienden a concentrarse hacia los tramos superiores de cada escala, lo que sugiere valoraciones globalmente favorables. Este patrón es especialmente claro en CPP y NA, donde la mayor parte de las observaciones se agrupa cerca de los valores altos, mientras que aparece una cola hacia valores bajos. En PE ocurre algo similar: la masa principal se ubica en la parte alta, con menor densidad en los valores más bajos, lo que apunta a una distribución asimétrica y a respuestas relativamente homogéneas en torno a evaluaciones elevadas.

En las dimensiones de desempeño, DP presenta el rango más amplio y una densidad marcada en torno a valores

medios-altos, con algunos casos alejados en la parte inferior; esto denota variabilidad moderada sin perder la tendencia central elevada. RP concentra observaciones alrededor de su zona alta, aunque con dispersión apreciable y presencia de valores bajos puntuales. DS exhibe una forma más compacta, con concentración en valores altos y una cola inferior más delgada. En términos analíticos, estas formas son consistentes con asimetrías negativas y posibles efectos de techo (sobre todo en CPP y NA), por lo que conviene acompañar los modelos inferenciales con diagnósticos de distribución e influencia, y considerar especificaciones flexibles si la relación entre variables no se ajusta bien a supuestos estrictamente lineales.

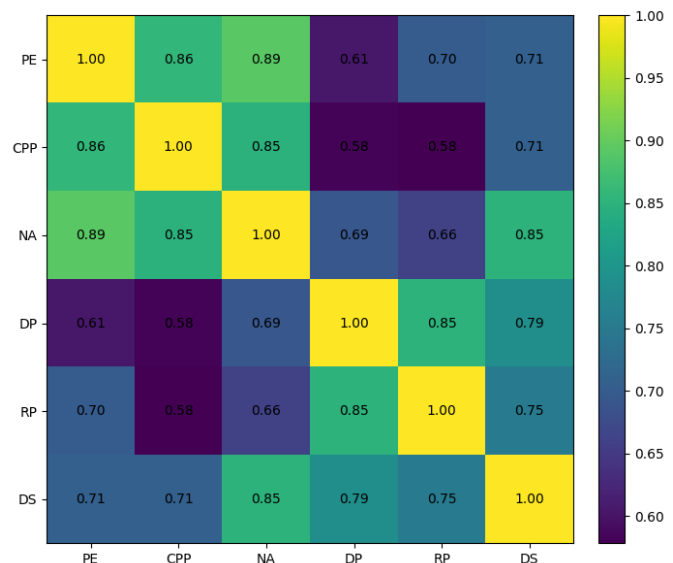


Fig. 2 Mapa de calor de correlaciones (Spearman).

La Fig. 2 evidencia una estructura correlacional positiva y consistente entre las dimensiones de satisfacción estudiantil y desempeño educativo. Las asociaciones más intensas se observan dentro del bloque formativo: planificación de la enseñanza (PE), clases con predominio de procedimientos (CPP) y nivel de aprendizaje (NA). En particular, PE se relaciona fuertemente con NA ($\rho = 0.89$) y CPP ($\rho = 0.86$), mientras que CPP también mantiene una alta asociación con NA ($\rho = 0.85$). Estos resultados sugieren que una enseñanza mejor planificada y metodológicamente estructurada tiende a coexistir con mayores niveles de aprendizaje percibido.

En el bloque de desempeño, también se identifican correlaciones elevadas entre desempeño profesional (DP), rendimiento personal (RP) y desempeño social (DS). La relación más fuerte aparece entre DP y RP ($\rho = 0.85$), seguida por DP y DS ($\rho = 0.79$) y RP y DS ($\rho = 0.75$). Esto indica que las dimensiones del desempeño docente no operan de manera aislada, sino como componentes interrelacionados de una misma experiencia educativa: cuando el estudiante percibe mayor calidad profesional del docente, también tiende a

valorar mejor su compromiso personal y su interacción social dentro del proceso formativo.

Adicionalmente, las correlaciones entre satisfacción estudiantil y desempeño educativo son positivas y de magnitud moderada a alta. Destaca especialmente la asociación entre NA y DS ($\rho = 0.85$), lo que sugiere que el aprendizaje percibido se vincula estrechamente con la dimensión social del desempeño docente. Asimismo, PE mantiene relaciones relevantes con DP ($\rho = 0.61$), RP ($\rho = 0.70$) y DS ($\rho = 0.71$), reforzando la idea de que la planificación pedagógica constituye un eje articulador del desempeño educativo. No obstante, dado que se trata de correlaciones de Spearman, estos resultados deben interpretarse como evidencia de asociación monotónica, no como relaciones causales directas.

B. Resultados de la estimación

TABLA III
MEJORA DE AJUSTE VS. LINEAL

Resultado (Y)	Mejor spline	R ² ajustado (Lineal → spline)	AIC (lineal → spline)	ΔAIC	F test spline vs. lineal	p-valor
DP	cr4	0.422 → 0.725	176.20 → 155.52	20.69	15.32	0.00005
RP	cr3	0.445 → 0.753	153.26 → 129.77	23.48	33.46	0.00001
DS	cr3	0.708 → 0.824	118.29 → 103.99	14.30	18.04	0.00026

La Tabla III evalúa si la incorporación de una especificación no lineal mediante splines cúbicos restringidos (RCS) aporta un ajuste superior al modelo lineal para explicar las tres dimensiones de desempeño (DP, RP y DS). En todos los casos, el criterio de información y las pruebas de comparación muestran que el componente no lineal captura variación adicional relevante. Esto se refleja en incrementos sustantivos del R^2 ajustado al pasar del modelo lineal al spline: DP aumenta de 0.422 a 0.725, RP de 0.445 a 0.753 y DS de 0.708 a 0.824. En términos prácticos, la evidencia sugiere que la relación entre el predictor principal y los resultados de desempeño no se describe adecuadamente con una pendiente constante, sino que presenta curvaturas que el modelo flexible logra representar.

Los resultados basados en AIC refuerzan esa conclusión. Para DP, el AIC cae de 176.20 a 155.52 ($\Delta AIC = 20.69$) con un spline de mayor flexibilidad (cr4), mientras que para RP y DS los mejores desempeños corresponden a un spline más parsimonioso (cr3), con reducciones de AIC de 153.26 a 129.77 ($\Delta AIC = 23.48$) y de 118.29 a 103.99 ($\Delta AIC = 14.30$), respectivamente. Dado que diferencias de AIC de esta magnitud suelen interpretarse como evidencia fuerte a favor del modelo con menor AIC, la tabla indica que el componente spline no solo mejora marginalmente, sino que ofrece una

ganancia de ajuste consistente y considerable en las tres ecuaciones, incluso bajo una penalización implícita por complejidad.

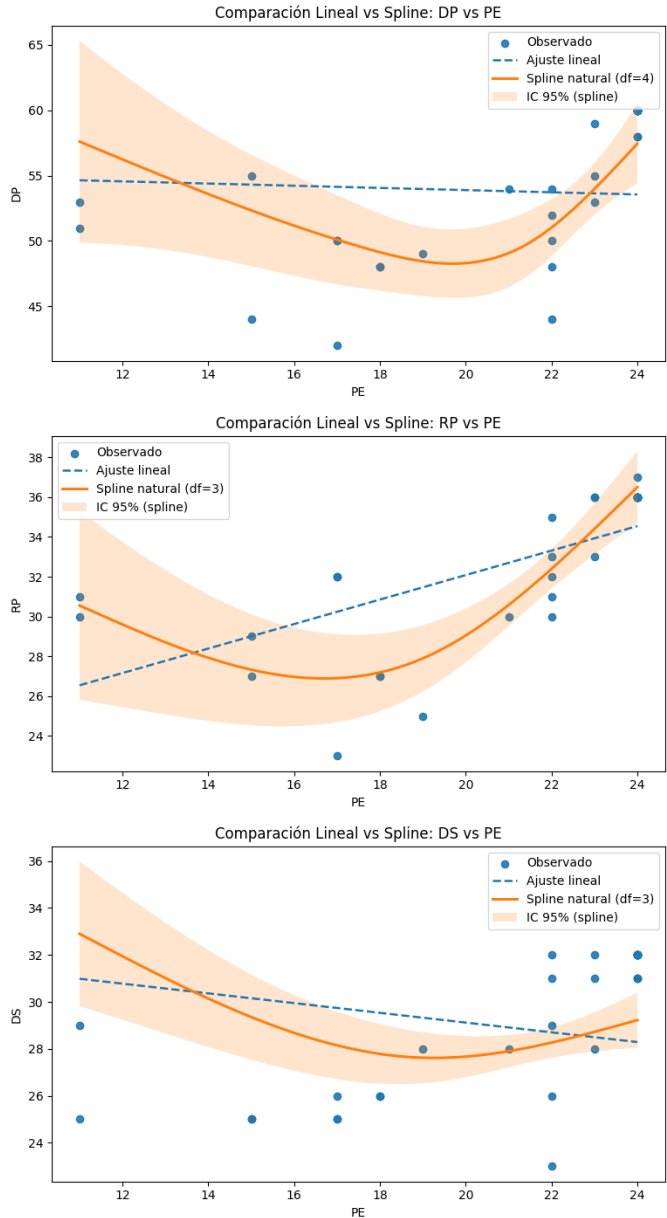


Fig. 3 Comparación lineal vs. spline.

Adicionalmente, la comparación formal mediante el F test (spline vs. lineal) confirma que las mejoras no son atribuibles al azar. Los valores F son elevados (15.32 para DP; 33.46 para RP; 18.04 para DS) y los p-valoros son muy pequeños (0.000051; 0.000005; 0.000262), lo que respalda rechazar la especificación estrictamente lineal en favor de una forma funcional más flexible. En conjunto, estos hallazgos justifican reportar los resultados principales con RCS y acompañarlos con las curvas estimadas e intervalos de confianza, destacando además que el grado óptimo de flexibilidad varía por

dimensión: DP requiere una curvatura más compleja (cr4), mientras que RP y DS se explican adecuadamente con una forma no lineal más simple (cr3).

La Fig. 3 contrasta, para cada dimensión del desempeño (DP, RP y DS), el ajuste de un modelo lineal frente a un ajuste no lineal mediante spline cúbico restringido, manteniendo constantes las demás covariables. En los tres paneles, la curva spline (línea continua) se separa de manera visible de la línea lineal (trazo punteado), lo que indica que la relación entre PE y los resultados no se comporta con una pendiente constante a lo largo del rango observado. Además, la banda sombreada (IC 95%) muestra mayor amplitud en los extremos del soporte, un patrón esperable en estimaciones flexibles cuando hay menor densidad de observaciones en los límites.

En DP y RP se aprecia una curvatura más marcada: la spline sugiere un tramo descendente para niveles bajos-medios de PE y un repunte hacia valores altos, lo que es consistente con un comportamiento tipo “U” (o con un umbral a partir del cual el efecto se vuelve claramente positivo). En DS, aunque la curvatura es más moderada, el spline también indica variación del efecto marginal a lo largo de PE, con una zona central relativamente plana y una ligera recuperación hacia el extremo superior. En conjunto, la figura respalda que el componente no lineal captura regularidades que el modelo lineal suaviza o distorsiona, aportando una representación más realista de la relación entre PE y las distintas facetas del desempeño.

V. CONCLUSIONES

Los hallazgos del estudio confirman la pertinencia de examinar el vínculo entre la competencia digital docente y el desempeño educativo en universidades públicas peruanas, en un contexto donde la tecnología dejó de ser un complemento para convertirse en una condición práctica del quehacer universitario. En esa línea, los resultados sugieren que el desempeño—entendido como un constructo que integra dimensiones profesionales, personales y sociales—se asocia sistemáticamente con componentes de la experiencia formativa percibida por el estudiante, especialmente aquellos relacionados con la organización y conducción del proceso de enseñanza-aprendizaje. En conjunto, la evidencia respalda la idea de que el uso de recursos y entornos digitales solo aporta valor cuando se integra a una práctica pedagógica deliberada y coherente con los objetivos del curso.

En términos descriptivos, las variables analizadas muestran medias relativamente altas y distribuciones con asimetría negativa, lo que indica una concentración de valoraciones en rangos superiores de las escalas, con pocos casos situados en niveles bajos. Este patrón es particularmente marcado en dimensiones donde pueden presentarse “efectos de techo”, como ocurre con clases centradas en procedimientos, y sugiere una percepción globalmente favorable, aunque no exenta de heterogeneidad. La presencia de curtosis elevada en algunos indicadores también advierte sobre posibles observaciones influyentes y refuerza la necesidad de

especificaciones flexibles y diagnósticos cuidadosos en la modelación. En síntesis, el escenario empírico refleja fortalezas percibidas en la práctica docente, pero también variaciones que resultan relevantes para explicar diferencias en desempeño.

El análisis de correlaciones aporta un soporte adicional: todas las asociaciones entre dimensiones son positivas y, en su mayoría, de magnitud moderada a alta, lo que evidencia un entramado coherente entre componentes de la experiencia educativa y dimensiones del desempeño. En particular, el nivel de aprendizaje se posiciona como un nodo central al presentar relaciones especialmente intensas con el desempeño social y asociaciones relevantes con el desempeño profesional y el rendimiento personal. Asimismo, la alta correlación entre planificación, procedimientos y aprendizaje sugiere que estas dimensiones tienden a moverse conjuntamente, lo que es consistente con procesos formativos donde la organización didáctica y la metodología se traducen en resultados percibidos por el estudiante.

Un resultado clave del estudio es que la relación entre el predictor principal y las dimensiones de desempeño no se ajusta adecuadamente a una estructura lineal. La comparación entre el modelo lineal y el spline cúbico restringido muestra mejoras sustantivas de ajuste: aumentos notables del R^2 ajustado, reducciones considerables del AIC y pruebas F que rechazan de forma consistente la especificación estrictamente lineal. Esto implica que el efecto asociado a la planificación de la enseñanza (y, por extensión, a prácticas docentes que suelen demandar competencias digitales para organizar, comunicar y estructurar actividades) cambia a lo largo de su rango, capturando curvaturas que un modelo con pendiente constante tendería a ocultar.

La evidencia gráfica refuerza esa lectura al mostrar divergencias visibles entre la trayectoria lineal y la curva spline en las tres dimensiones de desempeño. En desempeño profesional y rendimiento personal, la curvatura observada sugiere un comportamiento compatible con umbrales: en ciertos tramos, incrementos marginales del predictor no se traducen en mejoras proporcionales, mientras que a niveles altos el efecto se vuelve más claramente favorable. En desempeño social, la variación del efecto marginal es más moderada, pero igualmente consistente con una relación no homogénea, lo que es relevante para interpretar intervenciones institucionales: no basta con “aumentar” el uso de herramientas o prácticas, sino con alcanzar niveles de articulación pedagógica capaces de activar retornos más altos sobre el desempeño.

Desde una perspectiva aplicada, los resultados apuntan a que las políticas universitarias deberían priorizar el fortalecimiento de capacidades docentes que integren tecnología con intención pedagógica, enfatizando la planificación, la estructuración metodológica y la evaluación orientada a aprendizajes verificables. Al mismo tiempo, la elevada correlación entre predictores sugiere cautela en enfoques multivariados y reafirma la conveniencia de diseños

que reduzcan colinealidad o permitan modelar constructos latentes de manera más parsimoniosa. Finalmente, por el tamaño muestral y el carácter perceptual de los indicadores, se recomienda ampliar la evidencia con muestras mayores, diseños longitudinales y mediciones complementarias (p. ej., trazas de uso de plataformas, evaluaciones de desempeño docente y resultados académicos), con el fin de robustecer la inferencia y delimitar mejor los mecanismos mediante los cuales la competencia digital se traduce en mejoras sostenidas del desempeño educativo en la universidad pública.

REFERENCES

- [1] S. E. Eaton, "Global Trends in Education: Artificial Intelligence, Postplagiarism, and Future-focused Learning for 2025 and Beyond – 2024–2025 Werklund Distinguished Research Lecture," *International Journal for Educational Integrity*, vol. 21, no. 1, p. 12, Mar. 2025, doi: 10.1007/s40979-025-00187-6.
- [2] A. Ivanov, A. Radonjić, L. Stojić, O. Krčadinac, D. B. Đokić, and V. Đokić, "Teachers' Digital Competencies Before, During, and After the COVID-19 Pandemic," *Sustainability*, vol. 17, no. 5, p. 2309, Mar. 2025, doi: 10.3390/su17052309.
- [3] C. G. Arbulú Pérez Vargas, M. E. Rosas, and P. Valdivia-Vizarreta, "Self-Perceived Digital Competencies and University Change: Cross-Country Survey Evidence from Spain, Mexico, and Peru During COVID-19," *Educ. Sci. (Basel)*, vol. 15, no. 9, p. 1247, Sep. 2025, doi: 10.3390/educsci15091247.
- [4] N. Bitar and N. Davidovitch, "Cultural Adaptation of Digital Learning Tools in Israeli Higher Education: A Case Study of Lecturer Perceptions and Practices," *TechTrends*, vol. 68, no. 6, pp. 1152–1165, Nov. 2024, doi: 10.1007/s11528-024-01007-3.
- [5] K. Daniel, M. M. Msambwa, F. Antony, and X. Wan, "Motivate students for better academic achievement: A systematic review of blended innovative teaching and its impact on learning," *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 32, no. 4, Jul. 2024, doi: 10.1002/cae.22733.
- [6] W. Pérez-Sullcaray, Y. Sánchez-Solis, L. R. Flores-Vilcapoma, and J. K. Muñoz-Rojas, "Calidad de Servicios Educativos y Satisfacción de Estudiantes en Cursos Virtualizados de una Universidad Andina," *Revista Docentes 2.0*, vol. 16, no. 2, pp. 5–14, Nov. 2023, doi: 10.37843/rtd.v16i2.352.
- [7] B. Mexhuani, "Adopting Digital Tools in Higher Education: Opportunities, Challenges and Theoretical Insights," *Eur. J. Educ.*, vol. 60, no. 1, Mar. 2025, doi: 10.1111/ejed.12819.
- [8] E. B. Demissie, T. O. Labiso, and M. W. Thuo, "Teachers' digital competencies and technology integration in education: Insights from secondary schools in Wolaita Zone, Ethiopia," *Social Sciences & Humanities Open*, vol. 6, no. 1, p. 100355, 2022, doi: 10.1016/j.ssaho.2022.100355.
- [9] I. Runge, R. Lazarides, C. Rubach, D. Richter, and K. Scheiter, "Teacher-reported instructional quality in the context of technology-enhanced teaching: The role of teachers' digital competence-related beliefs in empowering learners," *Comput. Educ.*, vol. 198, p. 104761, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.compedu.2023.104761.
- [10] L. Martín-Párraga, C. Llorente-Cejudo, and J. Barroso-Osuna, "Self-Perception of Digital Competence in University Lecturers: A Comparative Study between Universities in Spain and Peru According to the DigCompEdu Model," *Societies*, vol. 13, no. 6, p. 142, Jun. 2023, doi: 10.3390/soc13060142.
- [11] V. Basilotta-Gómez-Pablos, M. Matarranz, L.-A. Casado-Aranda, and A. Otto, "Teachers' digital competencies in higher education: a systematic literature review," *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 19, no. 1, p. 8, Dec. 2022, doi: 10.1186/s41239-021-00312-8.
- [12] J. M. Fernández-Batanero, M. Montenegro-Rueda, J. Fernández-Cerero, and I. García-Martínez, "Digital competences for teacher professional development. Systematic review," *European Journal of Teacher Education*, vol. 45, no. 4, pp. 513–531, Aug. 2022, doi: 10.1080/02619768.2020.1827389.
- [13] Y. Tao, Y. Meng, Z. Gao, and X. Yang, "Perceived teacher support, student engagement, and academic achievement: a meta-analysis," *Educ. Psychol. (Lond)*, vol. 42, no. 4, pp. 401–420, Apr. 2022, doi: 10.1080/01443410.2022.2033168.
- [14] A. Kukkar, R. Mohana, A. Sharma, and A. Nayyar, "Prediction of student academic performance based on their emotional wellbeing and interaction on various e-learning platforms," *Educ. Inf. Technol. (Dordr)*, vol. 28, no. 8, pp. 9655–9684, Aug. 2023, doi: 10.1007/s10639-022-11573-9.
- [15] G. Espinosa and L. Miranda, "Teacher Evaluation in Peru: Prospects and Challenges," 2022, pp. 215–242, doi: 10.1007/978-3-031-13639-9_10.
- [16] V. R. Montilla, R. Rodríguez, J. V. C. Alianzas, and R. Gimpaya, "Teachers' Pedagogical Digital Competence as Relevant Factors on Academic Motivation and Performance in Physical Education," *International Journal of Scientific and Management Research*, vol. 06, no. 06, pp. 45–58, 2023, doi: 10.37502/IJSMR.2023.6604.
- [17] F. Colina-Ysea *et al.*, "Implementation of Hybrid Education in Peruvian Public Universities: The Challenges," *Educ. Sci. (Basel)*, vol. 14, no. 4, p. 419, Apr. 2024, doi: 10.3390/educsci14040419.
- [18] P. C. Callupe-Cueva, A. Aliaga-Miranda, L. R. Flores-Vilcapoma, C. E. Raqui-Ramirez, B. T. Vila-Hinojo, and W. S. Chavarry-Becerra, "Digital transformation in market research in Peru," *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, vol. 22, no. 2, p. 2555, Aug. 2025, doi: 10.14488/BJOPM.2555.2025.
- [19] L. R. Flores-Vilcapoma *et al.*, "Technological Innovation and Business Competitiveness in Peruvian Microenterprises: An Empirical Analysis from a Regional Perspective," in *Proceedings of the 23rd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology (LACCEI): "Engineering, Artificial Intelligence, and Sustainable Technologies in service of society,"* Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2025, doi: 10.18687/LACCEI2025.1.1.1939.
- [20] D. Stumbrienė, T. Jevsikova, and V. Kontvainė, "Key factors influencing teachers' motivation to transfer technology-enabled educational innovation," *Educ. Inf. Technol. (Dordr)*, vol. 29, no. 2, pp. 1697–1731, Feb. 2024, doi: 10.1007/s10639-023-11891-6.
- [21] A. Basantes-Andrade, S. Casillas-Martín, M. Cabezas-González, M. Naranjo-Toro, and F. Guerra-Reyes, "Standards of Teacher Digital Competence in Higher Education: A Systematic Literature Review," *Sustainability*, vol. 14, no. 21, p. 13983, Oct. 2022, doi: 10.3390/su142113983.
- [22] M. Rojas-Orsorio, S. Del-Aguila-Arcenales, and A. Alvarez-Risco, "Self-perception of university teachers on their digital teaching competence: the case of Peru," *Journal of Applied Learning & Teaching*, vol. 7, no. 1, Jan. 2024, doi: 10.37074/jalt.2024.7.1.8.