RIDE | Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo
ISSN 2007-7467

https://doi.org/10.23913/ride.v17i33.3089

Artículos científicos

Percepción estudiantil y perfiles motivacionales ante la integración de Python en Probabilidad y Estadística

Student perceptions and motivational profiles regarding the integration of Python in Probability and Statistics

Percepções e perfis motivacionais dos alunos em relação à integração do Python em Probabilidade e Estatística

José Gabriel Rodríguez-Rivas
Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Durango, México
gabriel.rodriguez@itdurango.edu.mx
https://orcid.org/0000-0002-7031-5097

Resumen

La enseñanza de la Probabilidad y Estadística (PyE) suele representar un desafío para muchos estudiantes, por lo que la motivación académica constituye un elemento relevante para favorecer el aprendizaje. En este contexto, la incorporación de lenguajes de programación ha sido propuesta como una estrategia que puede enriquecer el proceso formativo. El objetivo de este estudio fue analizar, desde la perspectiva de la Teoría de la Autodeterminación, los tipos de motivación académica en estudiantes de ingeniería asociados al uso de Python como recurso de aprendizaje en PyE, así como las posibles diferencias según el sexo. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental, transversal y alcance descriptivo-comparativo. El estudio corresponde a un análisis secundario de datos derivados del proceso de validación de la Escala de Motivación Académica de Uso de Python en PyE (EMA-UPPyE). La muestra estuvo conformada por 76 estudiantes de segundo semestre (70 % hombres y 30 % mujeres), con una edad promedio de 19 años (DE = 1.56). Los resultados mostraron niveles altos de motivación intrínseca y extrínseca, así como niveles bajos de desmotivación. Además, se identificó una diferencia estadísticamente significativa en la dimensión de desmotivación ($t(66.34) = 2.80$, $p = .007$, $d = 0.58$), donde los hombres reportaron una media superior a la de las mujeres. En conjunto, los resultados sugieren una valoración favorable del uso de Python como recurso de aprendizaje en la

CC BY

asignatura de PyE y una percepción positiva de su utilidad académica y profesional entre los estudiantes participantes.

Palabras clave: aprendizaje activo, educación en ingeniería, enseñanza de las matemáticas, innovación pedagógica, lenguajes de programación

Abstract

The teaching of Probability and Statistics (P&S) often represents a challenge for many students, making academic motivation a key factor in promoting meaningful learning. In this context, the integration of programming languages has been proposed as a strategy to enrich the learning process. The aim of this study was to analyze, from the perspective of Self-Determination Theory, the types of academic motivation associated with the use of Python as a learning resource in Probability and Statistics courses among engineering students, as well as possible differences according to sex. A quantitative approach was adopted using a non-experimental, cross-sectional, descriptive-comparative design. This study consisted of a secondary analysis of data originally collected during the psychometric validation of the Academic Motivation Scale for the Use of Python in Probability and Statistics (EMA-UPPyE). The sample comprised 76 second-semester engineering students (70% men and 30% women), with a mean age of 19 years (SD = 1.56). The results showed high levels of intrinsic and extrinsic motivation, together with low levels of amotivation. In addition, a statistically significant difference was found in amotivation ($t(66.34) = 2.80$, $p = .007$, $d = 0.58$), with men reporting a higher mean score than women. Overall, the findings suggest a favorable perception of Python as a learning resource in Probability and Statistics courses, as well as a positive perception of its academic and professional usefulness among the participating students.

Keywords: active learning, engineering education, mathematics teaching, pedagogical innovation, programming languages.

CC BY

RIDE | Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo
ISSN 2007-7467

Resumo

O ensino de Probabilidade e Estatística (P&E) frequentemente representa um desafio para muitos estudantes, tornando a motivação acadêmica um elemento-chave para o sucesso da aprendizagem. Nesse contexto, a incorporação de linguagens de programação tem sido proposta como uma estratégia que pode enriquecer o processo de aprendizagem. O objetivo deste estudo foi analisar, sob a perspectiva da Teoria da Autodeterminação, os tipos de motivação acadêmica em estudantes de engenharia associados ao uso de Python como recurso didático em P&E, bem como possíveis diferenças segundo o gênero. A pesquisa adotou uma abordagem quantitativa, com delineamento transversal não experimental e escopo descritivo-comparativo. O estudo consiste em uma análise secundária de dados provenientes do processo de validação da Escala de Motivação Acadêmica para o Uso de Python em P&E (EMA-UPPyE). A amostra foi composta por 76 estudantes do segundo semestre (70% homens e 30% mulheres), com idade média de 19 anos (DP = 1,56). Os resultados demonstraram altos níveis de motivação intrínseca e extrínseca, bem como baixos níveis de desmotivação. Além disso, foi identificada uma diferença estatisticamente significativa na dimensão de desmotivação ($t(66,34) = 2,80$, $p = 0,007$, $d = 0,58$), com os homens apresentando uma média superior à das mulheres. De modo geral, os resultados sugerem uma avaliação favorável do uso de Python como recurso de aprendizagem na disciplina de PyE (Aprendizagem Baseada em Projetos) e uma percepção positiva de sua utilidade acadêmica e profissional entre os alunos participantes.

Palavras-chave: aprendizagem ativa, ensino de engenharia, ensino de matemática, inovação pedagógica, linguagens de programação.

Fecha Recepción: Febrero 2026 **Fecha Aceptación:** Agosto 2026

Introducción

La motivación académica es un constructo clave en la educación superior, pues influye directamente en el compromiso, el esfuerzo sostenido y la persistencia de los estudiantes ante tareas académicas complejas (Vizcaíno *et al*., 2024). En la enseñanza de disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) como Probabilidad y Estadística (PyE), esta motivación es determinante para favorecer procesos de aprendizaje significativos, dado que estas asignaturas demandan un elevado nivel de razonamiento y aplicación práctica. En contraste, la desmotivación puede manifestarse como apatía, frustración o percepción de irrelevancia, lo que obstaculiza el desempeño académico y la continuidad en el aprendizaje.

A pesar de su importancia, muchos estudiantes encuentran dificultades al enfrentarse a PyE, especialmente cuando la asignatura se imparte mediante un enfoque excesivamente teórico o centrado en los procedimientos matemáticos. Entre los obstáculos más frecuentes se encuentran la dificultad para concebir fenómenos aleatorios sin el apoyo de visualizaciones o simulaciones, así como la tendencia a aplicar fórmulas y procedimientos de manera mecánica, sin comprender su significado o relevancia. Asimismo, cuando a estas dificultades se suman bajos niveles de motivación y ansiedad matemática, frecuentemente asociadas con una enseñanza tradicional basada en la realización de cálculos manuales, pueden incrementarse el rechazo y el temor hacia la asignatura (delMas *et al*., 2007).

Estas barreras no solo dificultan el aprendizaje, sino que también afectan la percepción que los estudiantes tienen sobre la utilidad de la PyE. Por eso, es fundamental buscar métodos de enseñanza más dinámicos y apoyados en la tecnología.

Desafíos académicos en el primer año de ingeniería

Las asignaturas de matemáticas del primer año de las carreras de ingeniería constituyen uno de los principales puntos críticos en la trayectoria académica universitaria. Diversas investigaciones reportan altas tasas de reprobación en materias como cálculo, álgebra y Probabilidad y Estadística (PyE), particularmente durante los primeros semestres, lo que afecta la retención estudiantil y las tasas de finalización en las carreras STEM (Chacón-Vargas y Roldán-Villalobos, 2021; Villegas y Núñez, 2024). Estas dificultades no solo se relacionan con procesos cognitivos, sino también con dimensiones afectivas y motivacionales que influyen en los esfuerzos de los estudiantes para afrontar tareas académicas complejas.

Durante el primer año de universidad, los estudiantes experimentan procesos de ajuste académico y personal, lo que los hace más susceptibles al fracaso temprano. La literatura sobre educación en ingeniería sugiere que el rendimiento cognitivo no es el único factor que influye en la permanencia estudiantil, ya que factores como la motivación, la identidad y la autoeficacia también inciden en la decisión de los estudiantes de continuar sus estudios o abandonar la carrera (Bernardo *et al*., 2025; Buizza *et al.*, 2024). En este sentido, comprender los factores psicológicos asociados al aprendizaje en matemáticas resulta esencial para abordar el problema del bajo rendimiento inicial.

Por ejemplo, en investigaciones recientes sobre abandono de estudiantes de ingeniería en España, se encontró que el interés en la carrera y en las asignaturas, junto con la percepción

de la utilidad práctica de los estudios, son variables que se asocian significativamente con mayores niveles de motivación académica, lo que refuerza la importancia de considerar factores motivacionales más allá del rendimiento previo (Tayebi *et al*., 2021).

En México, Morales-Cervantes *et al.* (2022) concluyeron que la satisfacción con la carrera constituye uno de los factores más importantes asociados con la deserción escolar, seguida por factores de tipo social, como los conflictos familiares y la situación económica.

Motivación académica y rendimiento en contextos STEM

El rendimiento académico en educación superior está estrechamente vinculado a los procesos motivacionales que regulan el esfuerzo, la persistencia y la autorregulación del aprendizaje (Vu *et al*., 2022). De acuerdo con Fu *et al*. (2025), la motivación académica no solo determina la cantidad de tiempo dedicado al estudio, sino también la calidad del compromiso con la tarea, al influir en las estrategias de aprendizaje empleadas y en la persistencia frente a los retos.

El autoconcepto, la autoeficacia y el valor atribuido a las tareas son determinantes en el rendimiento, la elección de asignaturas y las aspiraciones profesionales en disciplinas STEM; además, los objetivos de dominio, la autonomía, las relaciones y una mentalidad de crecimiento favorecen la persistencia y el compromiso estudiantil (Murphy *et al*., 2019).

Por lo tanto, comprender que la motivación académica en estos escenarios es clave para explicar no solo los resultados académicos, sino también la calidad de la experiencia estudiantil frente a disciplinas cuantitativas demandantes.

Teoría de la Autodeterminación y motivación

Uno de los marcos teóricos más conocidos para el estudio de la motivación académica es la Teoría de la Autodeterminación (Self-Determination Theory, SDT), propuesta por Deci y Ryan (2000). La SDT plantea que la motivación autónoma (intrínseca o extrínseca internalizada) favorece un aprendizaje de mayor calidad y mejores resultados académicos, mientras que la motivación controlada o externa tiende a disminuir el compromiso y el rendimiento (Ryan & Deci, 2020).

De acuerdo con este modelo, los estudiantes presentan mejores resultados académicos cuando la actividad es percibida como interesante o valiosa y cuando experimentan satisfacción de las necesidades básicas de autonomía y competencia (Simon *et al*., 2015). Investigaciones recientes han mostrado que la percepción de competencia y la motivación

CC BY

autónoma constituyen factores significativos del rendimiento en asignaturas matemáticas introductorias (Wang *et al*., 2022).

Ansiedad matemática y percepción de competencia

La ansiedad constituye un factor relevante que interfiere con el procesamiento cognitivo y la resolución de problemas cuantitativos (Carey *et al*., 2016). Este tipo de ansiedad puede afectar la memoria de trabajo y disminuir el rendimiento en evaluaciones, independientemente del nivel de conocimiento del estudiante.

Las asignaturas de estadística suelen generar ansiedad, percepción de baja competencia y actitudes negativas hacia el contenido, factores que inciden directamente en el desempeño académico (Onwuegbuzie & Wilson, 2003). La ansiedad matemática reduce la motivación y la percepción de competencia, lo que impacta negativamente en el compromiso con la tarea y en el rendimiento (Bjälkebring, 2019).

Por otra parte, desde el enfoque de la Teoría de la Autodeterminación, la percepción de competencia desempeña un papel central en la internalización de la actividad académica (Ryan & Deci, 2020). Cuando los estudiantes perciben que poseen las habilidades necesarias para afrontar una tarea, aumenta la probabilidad de que desarrollen formas de motivación más autónomas, lo que puede mitigar los efectos negativos de la ansiedad matemática y fortalecer la persistencia académica.

Innovación pedagógica

Las prácticas pedagógicas que promueven el aprendizaje activo, la resolución de problemas y la participación pueden contribuir a la satisfacción de las necesidades psicológicas básicas descritas por la SDT (Jang *et al*., 2016). La incorporación de herramientas computacionales puede modificar la experiencia de aprendizaje al vincular los contenidos matemáticos con aplicaciones prácticas, favoreciendo la percepción de relevancia y utilidad. Por tal razón, además de las variables motivacionales clásicas, investigaciones en educación en contextos STEM han señalado la importancia de considerar el contexto pedagógico en el que se desarrolla el aprendizaje (Bustamante-Mora *et al*., 2025).

Las estrategias didácticas, el tipo de actividades propuestas y el grado de participación pueden influir en la percepción de utilidad y que los contenidos no solo se entiendan, sino que se apliquen y se recuerden de forma duradera (Reeve, 2012). En este sentido, la incorporación de recursos tecnológicos y lenguajes de programación en asignaturas de

CC BY

matemáticas y áreas afines puede contribuir a transformar la experiencia de enseñanza-aprendizaje. Esto se logra mediante la integración de actividades prácticas que incrementen la percepción de relevancia y la sensación de competencia.

Chance *et al*. (2007) observaron que los estudiantes que utilizaron simulaciones y visualizaciones interactivas lograron una comprensión más firme de los conceptos relacionados con PyE. Por ejemplo, enfoques de aprendizaje activo y gamificación han demostrado efectos positivos en la motivación y compromiso de los estudiantes en cursos de programación (Morales y Cruz, 2025).

Aprender PyE a través de la programación promueve un rol activo del estudiante. Además, la posibilidad de experimentar con datos, ver resultados en tiempo real y modificar parámetros fomenta un aprendizaje más profundo y significativo (James *et al*., 2023).

Contexto del estudio

No obstante, aunque existe literatura sobre la integración de programación en la enseñanza de PyE, persiste una brecha en estudios que analicen cómo estas innovaciones se relacionan con los distintos tipos de motivación desde un marco teórico sólido como la Teoría de la Autodeterminación. La mayoría de los trabajos se centran en resultados de aprendizaje o en la aceptación de la tecnología, dejando en segundo plano el análisis de la calidad motivacional que experimentan los estudiantes en estos entornos híbridos matemático-computacionales.

En este contexto, analizar la motivación estudiantil hacia el uso de Python como herramienta de apoyo para el aprendizaje en la asignatura de PyE permite comprender la experiencia educativa desde una perspectiva psicológica, más que tecnológica. Más que evaluar la eficacia instrumental de una herramienta digital, el interés se centra en comprender cómo los estudiantes enfrentan esta experiencia formativa y qué tipo de motivación predomina cuando abordan contenidos estadísticos mediante la programación.

Este enfoque tiene como propósito contribuir a la comprensión de los factores motivacionales asociados con experiencias pedagógicas innovadoras en contextos STEM, así como aportar evidencia empírica para el diseño de estrategias orientadas a favorecer procesos formativos más integrales y significativos En consecuencia, la presente investigación se ubica en la intersección entre educación matemática, motivación académica y uso de la tecnología.

Por estos motivos, este estudio tiene como objetivo analizar desde la perspectiva de la Teoría de la Autodeterminación, los tipos de motivación académica en estudiantes de ingeniería

CC BY

vinculados al uso de Python como recurso de aprendizaje en PyE y las posibles diferencias estadísticamente significativas según el sexo.

Metodología

Diseño del estudio

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental y transversal, de alcance descriptivo y comparativo. Metodológicamente, corresponde a un análisis secundario de datos primarios recolectados previamente en un estudio instrumental cuyo propósito fue validar psicométricamente la Escala de Motivación Académica de Uso de Python en Probabilidad y Estadística (EMA-UPPyE) (Rodríguez-Rivas *et al*., 2025).

De acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), el análisis secundario de datos consiste en utilizar bases de datos existentes para responder preguntas de investigación distintas de las originalmente planteadas, siempre que exista coherencia conceptual y metodológica entre el estudio original y la nueva investigación. Esta estrategia constituye una alternativa metodológica válida, ya que permite aprovechar información previamente recolectada y analizarla desde nuevas perspectivas, particularmente cuando las condiciones institucionales dificultan la reproducción de experiencias educativas bajo condiciones equivalentes (Johnston, 2014; Kelly *et al*., 2024).

Contexto de la experiencia educativa

En este caso, el análisis secundario resultó pertinente porque los datos procedían de una experiencia educativa diseñada específicamente para integrar Python como recurso de aprendizaje desde el inicio del curso de PyE. En el Instituto Tecnológico de Durango (ITD), esta asignatura es impartida habitualmente por docentes adscritos al Departamento de Ciencias Básicas; sin embargo, durante el periodo en que se desarrolló el estudio, fue asignada a un docente del Departamento de Sistemas con experiencia en programación y análisis de datos. Esta circunstancia permitió implementar una estrategia didáctica en la que Python se incorporó como herramienta central para la resolución de problemas estadísticos. Debido a que la asignación docente depende de la organización académica de cada periodo escolar, no era posible garantizar la reproducción de esta experiencia educativa bajo condiciones equivalentes, lo que justificó el empleo del análisis secundario de los datos obtenidos.

CC BY

Instrumento

Se utilizó la EMA-UPPyE, instrumento adaptado a partir de la Escala de Motivación Académica (EMA), fundamentada en la Teoría de la Autodeterminación, para medir tres dimensiones motivacionales: motivación intrínseca (MI), motivación extrínseca (ME) y desmotivación. El instrumento está conformado por 12 ítems distribuidos equitativamente entre las tres dimensiones (cuatro ítems por dimensión), con una escala de respuesta tipo Likert de cinco puntos.

El cuestionario se estructuró en dos secciones: la primera incluyó variables de identificación (sexo, carrera y edad), además de preguntas complementarias relacionadas con antecedentes de programación (uso previo de Python, experiencia en otros lenguajes y gusto por la programación); estas variables no forman parte de la escala EMA-UPPyE y fueron utilizadas únicamente para caracterizar la muestra. La segunda sección estuvo conformada por los ítems correspondientes al instrumento EMA-UPPyE. En el estudio de validación original, la escala presentó evidencia de validez estructural mediante análisis factorial confirmatorio. Asimismo, se reportó evidencia de consistencia interna mediante el coeficiente alfa de Cronbach, con un valor de $\alpha = 0.646$ para la escala total. Los coeficientes por dimensión fueron: motivación intrínseca ($\alpha = 0.794$), motivación extrínseca ($\alpha = 0.696$) y desmotivación ($\alpha = 0.872$) (Rodríguez-Rivas *et al*., 2025).

Participantes

La muestra estuvo conformada por 76 estudiantes de segundo semestre de ingeniería inscritos en el ITD. Los participantes pertenecían a los programas educativos de Ingeniería en Sistemas Computacionales (ISC) e Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones (ITIC), y se encontraban cursando la asignatura de PyE durante el periodo de aplicación del instrumento. Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando la disponibilidad de los estudiantes y las condiciones de acceso a los grupos. La participación fue voluntaria y se garantizó la confidencialidad de la información recopilada.

CC BY

Procedimiento de análisis de datos

El análisis de los datos se realizó mediante el software estadístico IBM SPSS Statistics, versión 22. Inicialmente, se efectuó un análisis descriptivo de las variables sociodemográficas y de las dimensiones de motivación académica, mediante frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar. Posteriormente, para determinar la existencia de diferencias en los niveles de motivación según el sexo de los participantes, se aplicó la prueba t de Welch para muestras independientes, considerando esta alternativa debido a que no requiere asumir igualdad de varianzas entre los grupos comparados.

Respecto al tratamiento de los datos, la recolección se realizó mediante formularios de Google configurados con validación obligatoria de respuesta, lo que permitió evitar registros incompletos o valores nulos. En consecuencia, no se identificaron inconsistencias en los registros ni valores perdidos asociados con errores de captura, por lo que la totalidad de los registros obtenidos fue considerada válida para el análisis estadístico.

Para la interpretación de los puntajes promedio obtenidos en las dimensiones de la EMA-UPPyE, se establecieron categorías de valoración considerando el rango de respuesta de la escala Likert de cinco puntos. El intervalo de amplitud se calculó mediante la diferencia entre el valor máximo y mínimo posible de la escala, dividido entre el número de categorías propuestas. A partir de este criterio se definieron los siguientes niveles de interpretación: muy bajo (1.00–1.80), bajo (1.81–2.60), medio (2.61–3.40), alto (3.41–4.20) y muy alto (4.21–5.00).

Previamente a la comparación de medias se evaluó el supuesto de homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Cuando dicho supuesto no se cumplió, se empleó la prueba *t* de Welch para muestras independientes, la cual proporciona estimaciones robustas ante la desigualdad de varianzas (Field, 2018). Todas las pruebas fueron bilaterales, con un nivel de significancia de $\alpha = .05$. Además, se estimó el tamaño del efecto mediante el coeficiente *d* de Cohen, interpretado conforme a los criterios propuestos por Cohen (1988).

Aunque los ítems individuales fueron medidos mediante una escala Likert de cinco categorías, las comparaciones se realizaron sobre las puntuaciones promedio de cada dimensión, integradas por cuatro ítems. Este procedimiento es ampliamente aceptado en la literatura metodológica al considerar dichas puntuaciones como aproximaciones a variables continuas para fines de análisis paramétrico (Norman, 2010).

CC BY

Resultados

La caracterización de la muestra mostró que el 67% de los participantes pertenecía al programa de ISC, mientras que el 33% correspondía a ITIC. Respecto a los antecedentes de programación, el 51% indicó haber utilizado Python previamente, mientras que el 91% manifestó contar con experiencia en otros lenguajes de programación. Además, el 97% señaló tener gusto por la programación. Estos resultados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características sociodemográficas y antecedentes de programación de la muestra

Variable	Categoría	*N*	%
Sexo	Hombre	53	70
	Mujer	23	30
Edad	18–20 años	68	90
	21–24 años	8	10
Carrera	ISC	51	67
	ITIC	25	33
Has utilizado Python antes de esta materia	Sí	39	51
	No	37	49
Has programado en otros lenguajes	Sí	69	91
	No	7	9
Te gusta la Programación	Sí	74	97
	No	2	3

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio procesados mediante SPSS

El análisis por dimensión mostró que la motivación académica de los estudiantes hacia el uso de Python como recurso de aprendizaje en la asignatura de PyE presentó puntuaciones muy altas en las dimensiones de MI (M = 4.23, DE = 0.65) y ME (M = 4.27, DE = 0.59). Estos resultados sugieren que los estudiantes presentan una valoración favorable tanto hacia la experiencia de aprendizaje con Python como hacia los factores externos asociados a su uso. En contraste, la dimensión de desmotivación presentó puntuaciones muy bajas (M = 1.75, DE = 0.86), lo que sugiere una baja presencia de indicadores relacionados con falta de motivación dentro de la experiencia evaluada.

Estos resultados muestran una valoración favorable de los estudiantes hacia el uso de Python como recurso de aprendizaje en PyE, reflejada en las puntuaciones obtenidas en las dimensiones de MI y ME, así como en los bajos valores registrados en la dimensión de desmotivación. Estos resultados se presentan en la Tabla 2.

CC BY

Tabla 2. Estadísticos descriptivos por dimensión motivacional

Dimensión	Media	Desviación estándar	Interpretación
Motivación intrínseca	4.23	0.65	Nivel Muy Alto
Motivación extrínseca	4.27	0.59	Nivel Muy Alto
Desmotivación	1.75	0.86	Nivel Muy Bajo

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio procesados mediante SPSS

Motivación intrínseca

La MI presentó puntuaciones consistentes en todos sus ítems, con medias superiores a 4.10. La media más alta correspondió al ítem relacionado con la satisfacción al resolver problemas, lo que refleja una mayor valoración de este aspecto dentro de la dimensión de motivación intrínseca. En conjunto, los resultados muestran una percepción favorable hacia los elementos asociados con el interés, satisfacción y disfrute del aprendizaje mediante Python, de acuerdo con los ítems que conforman esta dimensión. Además, la moda de los ítems se ubicó mayoritariamente en el valor máximo de la escala, lo que indica una alta concentración de respuestas en la categoría de mayor acuerdo. Los resultados detallados se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Motivación intrínseca

Ítem	Media	Moda	Desviación Estándar
Me siento satisfecho cuando logro resolver un problema estadístico usando Python	4.33	5	0.79
Usar Python en esta materia me resulta interesante y desafiante	4.16	5	0.88
Disfruto aprendiendo nuevas funciones y librerías de Python para aplicarlas en estadística	4.26	5	0.87
Me entusiasma la idea de aplicar Python para comprender mejor los conceptos estadísticos	4.17	4	0.81

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio procesados mediante SPSS

Motivación extrínseca

En cuanto a la ME, también se observaron puntuaciones elevadas. La media más alta correspondió al ítem relacionado con mejores oportunidades laborales ($M = 4.59$, $DE = 0.64$), lo que sugiere una valoración favorable de la utilidad percibida de Python en relación con el ámbito profesional. La moda fue 5 en la mayoría de los ítems, lo que refleja una alta concentración de respuestas en la categoría de mayor acuerdo. En particular, los estudiantes

CC BY

manifestaron una percepción positiva sobre la utilidad de Python como recurso de aprendizaje y su posible vinculación con oportunidades profesionales futuras.

Por otra parte, el ítem relacionado con la influencia social de docentes y estudiantes obtuvo la menor puntuación dentro de esta dimensión (M = 3.89, DE = 0.95), aunque se mantuvo dentro de una valoración favorable. Estos resultados sugieren que los factores asociados con la utilidad profesional presentan una mayor valoración que los relacionados con la influencia del entorno social. Los resultados completos se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Motivación extrínseca

Ítem	Media	Moda	Desviación Estándar
Aprender Python me ayudará a conseguir mejores oportunidades laborales	4.59	5	0.64
Uso Python en estadística porque me ayudará a obtener una buena calificación	4.43	5	0.81
Me esfuerzo por usar Python porque mis profesores y compañeros valoran su uso	3.89	4	0.95
Aprender Python es útil para mi desarrollo profesional futuro	4.17	5	0.87

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio procesados mediante SPSS

Desmotivación

De manera general, la dimensión de desmotivación presentó puntuaciones bajas en todos sus ítems, lo que sugiere un bajo nivel de acuerdo con los enunciados asociados a la desmotivación hacia el uso de Python en la asignatura de PyE. La moda fue 1 en todos los ítems, lo que indica que la respuesta más frecuente correspondió a la categoría de menor acuerdo. De manera consistente, las medias obtenidas reflejaron un bajo nivel de acuerdo con los enunciados relacionados con la falta de sentido, la frustración, la percepción de pérdida de tiempo y la ausencia de motivación. Los resultados detallados se presentan en la Tabla 5.

CC BY

Tabla 5. Desmotivación

Ítem	Media	Moda	Desviación Estándar
No veo el sentido de usar Python para aprender estadística	1.88	1	1.10
Me resulta frustrante tener que usar Python en esta asignatura	1.89	1	1.08
Aprender Python para estadística es una pérdida de tiempo	1.54	1	0.89
No tengo motivación para usar Python en esta materia	1.70	1	1.02

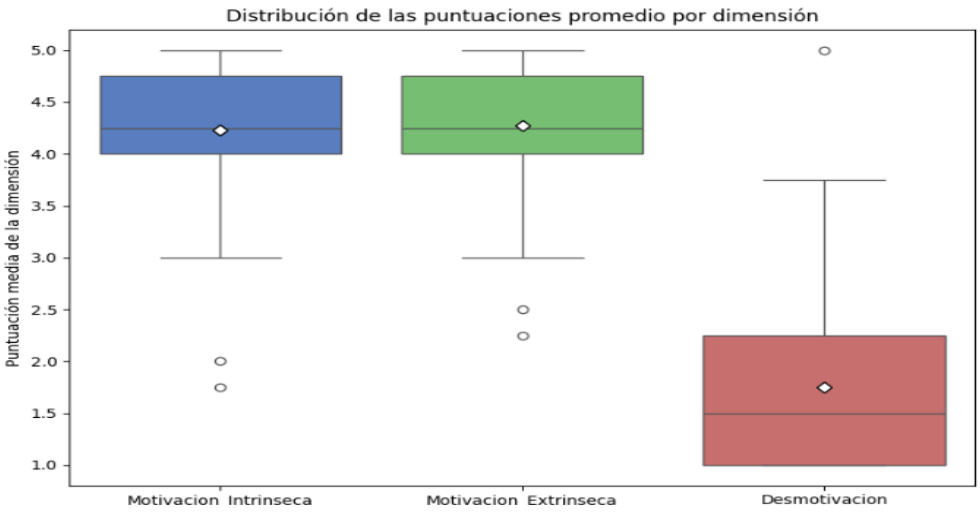
Fuente: Elaboración propia con datos del estudio procesados mediante SPSS

Distribución de niveles de motivación

La Figura 1 presenta la distribución de las puntuaciones promedio de las tres dimensiones de la EMA-UPPyE mediante diagramas de caja. En las dimensiones de motivación intrínseca y motivación extrínseca, tanto la mediana como la media se ubicaron por encima de 4, en concordancia con los estadísticos descriptivos previamente reportados, lo que refleja una concentración de las puntuaciones en los valores superiores de la escala. En contraste, la dimensión de desmotivación presentó valores de media y mediana considerablemente inferiores, consistentes con las bajas puntuaciones observadas en esta dimensión. Asimismo, se identificaron algunos valores atípicos en las tres distribuciones, los cuales representan un número reducido de observaciones.

CC BY

Figura 1. Distribución de niveles de motivación



Nota**.** La línea horizontal dentro de cada caja representa la mediana; el rombo indica la media; los círculos corresponden a valores atípicos.

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio procesados mediante Python

Diferencias de medias por sexo

La comparación de las puntuaciones entre hombres y mujeres se realizó mediante la prueba *t* de Welch para muestras independientes. La prueba de Levene mostró homogeneidad de varianzas para las dimensiones de motivación intrínseca ($F = 0.196$, $p = .660$) y motivación extrínseca ($F = 0.218$, $p = .642$), mientras que en la dimensión de desmotivación no se cumplió este supuesto ($F = 5.462$, $p = .022$). En consecuencia, se reportan los resultados de la prueba de Welch. No se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en las dimensiones de motivación intrínseca ($t(35.393) = -0.595$, $p = .556$) ni de motivación extrínseca ($t(39.901) = 0.218$, $p = .829$). En contraste, sí se observó una diferencia estadísticamente significativa en la dimensión de desmotivación. Los hombres reportaron una media superior ($M = 1.900$, $DE = 0.938$) respecto de las mujeres ($M = 1.413$, $DE = 0.562$), $t(66.342) = 2.800$, $p = .007$, IC95% [0.140, 0.836], $d = 0.581$, lo que corresponde a un tamaño del efecto moderado, de acuerdo con los criterios propuestos por Cohen (1988). Los resultados completos se presentan en la Tabla 6.

CC BY

Tabla 6. Prueba *t* de Welch por sexo y dimensión motivacional

Dimensión	Grupo	*n*	Media	*DE*	*t* (Welch)	*gl*	*p*	*d*
Motivación intrínseca	Hombres	53	4.198	0.617	−0.595	35.393	0.556	−0.156
	Mujeres	23	4.304	0.754				
Motivación extrínseca	Hombres	53	4.283	0.584	0.218	39.901	0.829	0.055
	Mujeres	23	4.250	0.617				
Desmotivación	Hombres	53	1.900	0.938	2.800	66.342	0.007	0.581
	Mujeres	23	1.413	0.562				

Nota: *DE* = desviación estándar; *gl* = grados de libertad; *t* = estadístico de la prueba *t* de Welch; *p* = valor de significancia bilateral; *d* = tamaño del efecto de Cohen.

Fuente: Elaboración propia con datos del estudio procesados mediante SPSS

Discusión

Los hallazgos de este estudio sugieren que el uso de Python como recurso de apoyo en la asignatura de Probabilidad y Estadística se asocia con una experiencia de aprendizaje caracterizada por niveles elevados de motivación académica y bajos niveles de desmotivación. Esta tendencia coincide con investigaciones que destacan el potencial de los lenguajes de programación para enriquecer el aprendizaje en asignaturas cuantitativas, al promover el compromiso, el interés y la percepción de utilidad de los contenidos (Scherer *et al*., 2019).

Motivación intrínseca y aprendizaje activo

Los niveles elevados de motivación intrínseca observados sugieren que los estudiantes experimentan satisfacción, disfrute e interés al utilizar Python para resolver problemas estadísticos. En particular, el ítem relacionado con la satisfacción al resolver un problema obtuvo la media más alta de esta dimensión, lo que indica que esta experiencia fue especialmente valorada por los participantes. Desde la perspectiva de la Teoría de la Autodeterminación, este resultado es congruente con la importancia de las experiencias de aprendizaje que favorecen el interés y la satisfacción personal durante la realización de las actividades académicas (Ryan y Deci, 2020).

CC BY

Desde la perspectiva de la Teoría de la Autodeterminación, estos resultados pueden interpretarse a partir de la satisfacción de las necesidades psicológicas básicas de autonomía, competencia y relación, las cuales favorecen el desarrollo de la motivación intrínseca (Deci y Ryan, 2000; Ryan y Deci, 2020). En este mismo sentido, investigaciones realizadas con estudiantes universitarios han mostrado que el uso educativo de herramientas tecnológicas se asocia con un mayor disfrute del aprendizaje y una valoración más positiva de la experiencia formativa (Ling *et al*., 2021; Boguslawski *et al*., 2025).

En este contexto, Pavlenko *et al*. (2020) señalaron que el aprendizaje de la estadística mediante un lenguaje de programación y el trabajo con datos auténticos resultan más motivadores y atractivos para los estudiantes. Los autores indican que los estudiantes perciben el lenguaje de programación como una herramienta que los acerca al contexto profesional y a situaciones propias de la práctica real.

Motivación extrínseca y beneficios percibidos

En cuanto a la ME, los resultados sugieren que los estudiantes atribuyen a Python una utilidad tanto en el ámbito académico como en el profesional. En particular, las puntuaciones obtenidas sugieren que los participantes perciben su uso como un recurso que puede contribuir a obtener mejores resultados académicos y que posee un valor para su futura inserción laboral.

Este hallazgo coincide con investigaciones que muestran que estudiantes de ingeniería valoran especialmente aquellas competencias que perciben alineadas con las demandas del mercado laboral (Tsai *et al*., 2019). De manera similar, Farooq y Anwar (2024) señalaron, a partir de una revisión sistemática de la literatura sobre motivación para aprender programación, que factores como la empleabilidad, el desarrollo profesional y la utilidad percibida se asocian con un mayor compromiso hacia el aprendizaje de la programación.

En conjunto, estos resultados sugieren que Python es percibido no solo como un recurso didáctico, sino también como una competencia transversal con valor para el desarrollo profesional y las futuras oportunidades laborales. Asimismo, los niveles elevados observados tanto en MI como en ME sugieren que ambas dimensiones pueden coexistir en la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

CC BY

Baja desmotivación ante el uso de Python

Los bajos niveles de desmotivación observados sugieren que el uso de Python no fue percibido por la mayoría de los participantes como una experiencia asociada con frustración o falta de sentido durante el aprendizaje de PyE. Este resultado es consistente con la concentración de respuestas en las categorías de desacuerdo de los ítems que evaluaron desmotivación, lo que refleja una baja frecuencia de percepciones negativas hacia el uso de este lenguaje de programación en la asignatura.

Los bajos niveles de desmotivación observados podrían interpretarse considerando las características de la experiencia de aprendizaje implementada en este estudio. El uso de Python integrado en la resolución de problemas de PyE ofreció a los estudiantes oportunidades para aplicar conocimientos de programación en un contexto disciplinar, aspecto que, desde la Teoría de la Autodeterminación, puede favorecer la percepción de competencia durante el aprendizaje.

Asimismo, la mayoría de los participantes reportó experiencia previa en otros lenguajes de programación, condición que pudo facilitar la familiarización con Python. Sin embargo, estas características corresponden al contexto del estudio y no fueron analizadas como variables explicativas de la desmotivación. En este sentido, los resultados son coherentes con lo reportado por Fan *et al*. (2025), quienes señalan que mayores niveles de motivación académica se asocian con una mayor persistencia y compromiso en el aprendizaje de la programación, aunque el presente estudio no permite establecer este tipo de relaciones.

Estos hallazgos son consistentes con estudios que han reportado asociaciones entre determinadas características de las experiencias de aprendizaje y mayores niveles de motivación, junto con una menor presencia de emociones negativas vinculadas al aprendizaje. Por ejemplo, Wen *et al*. (2023) observaron que entornos de aprendizaje de programación estructurados favorecieron mayores niveles de motivación y menores niveles de emociones negativas en los estudiantes.

En relación con los valores atípicos observados en algunas dimensiones de la motivación, estos corresponden a un número reducido de estudiantes que presentaron puntuaciones alejadas de la tendencia general del grupo. Aunque el presente estudio no analizó las causas de estas diferencias individuales, diversas investigaciones han señalado que la motivación académica puede verse influida por factores personales, académicos y contextuales, entre ellos la preparación académica previa, las condiciones económicas, el entorno familiar y otros aspectos relacionados con la trayectoria educativa (Castillejo *et al*.,

CC BY

2019; Villegas y Núñez, 2024). En consecuencia, estos factores constituyen posibles líneas de investigación para comprender mejor la variabilidad observada entre los estudiantes.

En cuanto a la comparación por sexo, los resultados de la prueba *t* de Welch no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en las dimensiones de MI y ME. Estos resultados indican que no se detectaron diferencias en las puntuaciones promedio de ambos grupos respecto al interés por utilizar Python ni en la utilidad académica y profesional que le atribuyen como recurso de apoyo para el aprendizaje de PyE. En contraste, sí se observó una diferencia estadísticamente significativa en la dimensión de desmotivación, con una media superior en los hombres en comparación con las mujeres ($d = 0.581$).

Este resultado sugiere que, en promedio, los hombres reportaron niveles más altos de desacuerdo con el uso de Python, asociados con los enunciados de falta de sentido, frustración, percepción de pérdida de tiempo y ausencia de motivación. De acuerdo con los criterios de interpretación propuestos por Cohen (1988), el tamaño del efecto corresponde a una magnitud moderada, lo que indica que la diferencia observada presenta una relevancia práctica que merece atención desde el punto de vista educativo.

Este hallazgo resulta particularmente relevante, ya que la literatura científica ha reportado variaciones en la motivación según el sexo en cursos de programación. Por ejemplo, Fagerlund (2022) encontró niveles elevados de MI y ME en estudiantes, aunque identificó ligeras diferencias entre hombres y mujeres. En el presente estudio, estas diferencias no se observaron en las dimensiones de MI y ME, mientras que la diferencia significativa se presentó únicamente en la dimensión de desmotivación.

Finalmente, este estudio contribuye a la literatura sobre motivación académica al aportar evidencia empírica acerca del uso de Python como recurso de aprendizaje en la asignatura de PyE desde la perspectiva de la Teoría de la Autodeterminación. Este enfoque permite ampliar el conocimiento sobre los factores motivacionales asociados con la integración de herramientas de programación en asignaturas de carácter cuantitativo y ofrece elementos que pueden orientar el diseño de estrategias pedagógicas en programas de ingeniería relacionados con la computación, las tecnologías de la información y áreas afines.

Además de su aplicación como recurso de aprendizaje, Python es un lenguaje de programación ampliamente utilizado en ámbitos como la ciencia de datos, el aprendizaje automático y la inteligencia artificial, debido, entre otros aspectos, a su carácter de código abierto y a la disponibilidad de bibliotecas especializadas (Raschka et al., 2020). En este

CC BY

contexto, la integración de Python en la enseñanza de PyE puede contribuir a vincular los contenidos de la asignatura con herramientas utilizadas en diversos ámbitos profesionales, aspecto que podría fortalecer la percepción de utilidad de la asignatura por parte de los estudiantes. No obstante, esta posible relación deberá analizarse en investigaciones futuras.

Conclusiones

Los resultados mostraron una MI y una ME elevadas, asociadas al uso de Python en la asignatura de PyE, mientras que la desmotivación presentó niveles bajos. En conjunto, estos hallazgos sugieren que el uso de Python como recurso de aprendizaje estuvo asociado con una motivación académica favorable en los estudiantes participantes.

La satisfacción asociada con la resolución de problemas mediante Python fue uno de los aspectos mejor valorados por los estudiantes dentro de la dimensión de MI. Este resultado sugiere que la incorporación de actividades basadas en programación puede contribuir a generar experiencias de aprendizaje percibidas como interesantes y satisfactorias en la asignatura de PyE.

El presente estudio aporta evidencia sobre la motivación académica asociada al uso de Python en la asignatura de PyE dentro de un contexto institucional en el que esta experiencia representó una estrategia de enseñanza distinta a las implementadas habitualmente en la asignatura. Esta experiencia muestra la viabilidad de integrar herramientas de programación en cursos de carácter cuantitativo y aporta evidencia que puede ser de utilidad para el diseño de futuras propuestas pedagógicas.

Si bien el presente estudio no evaluó el desarrollo de competencias técnicas ni el desempeño en asignaturas posteriores, los resultados obtenidos permiten considerar que la integración de Python en PyE constituye una estrategia pedagógica pertinente para vincular contenidos estadísticos con herramientas ampliamente utilizadas en áreas como el análisis de datos, el aprendizaje automático y la inteligencia artificial. Esta articulación puede aportar elementos de interés para el diseño curricular de programas de ingeniería.

Sin embargo, el presente estudio se centró exclusivamente en los aspectos motivacionales asociados al uso de Python en la asignatura de PyE. No se evaluaron de manera paralela las competencias estadísticas de los estudiantes, su rendimiento académico ni su dominio de procedimientos estadísticos mediante métodos tradicionales. En consecuencia, los resultados no permiten establecer comparaciones entre el aprendizaje apoyado en Python y el aprendizaje basado en procedimientos convencionales.

CC BY

Desde una perspectiva curricular, la incorporación de Python en la asignatura de PyE puede contribuir a vincular los contenidos estadísticos con herramientas ampliamente utilizadas en áreas como la ciencia de datos, el aprendizaje automático y la inteligencia artificial, presentes en diversos programas de ingeniería. La experiencia desarrollada en este estudio muestra la viabilidad de esta integración cuando el diseño didáctico incorpora actividades de programación desde el inicio del curso. No obstante, su implementación en otros contextos institucionales puede requerir estrategias de formación docente, colaboración interdisciplinaria y criterios de asignación basados en las competencias necesarias para integrar herramientas de programación en la enseñanza de la PyE.

Limitaciones y estudios futuros

El instrumento se aplicó únicamente a los grupos en los que se implementó el uso de Python como herramienta de aprendizaje en la asignatura de PyE, lo que limitó la posibilidad de comparar los resultados con grupos que siguieran metodologías de enseñanza diferentes.

En este sentido, futuras investigaciones podrían incorporar diseños comparativos o longitudinales que permitan analizar las diferencias en los niveles de motivación y en el desarrollo de competencias estadísticas entre distintos enfoques pedagógicos. Asimismo, sería pertinente explorar cómo variables relacionadas con la implementación de la estrategia didáctica, como la formación o experiencia docente en programación, pueden asociarse con los resultados obtenidos.

Agradecimientos

El autor agradece profundamente a todos los participantes del estudio, cuya disposición y colaboración hicieron posible la realización de esta investigación.

Contribución de herramientas

El autor reconoce el uso de ChatGPT únicamente como apoyo para la redacción y edición. No se utilizó para el análisis de datos. La responsabilidad del contenido recae exclusivamente en el autor.

CC BY

Referencias

Bernardo, A. B., García-Gutiérrez, V., Esteban, M., & Maluenda-Albornoz, J. (2025). Relationship between self-efficacy and university dropout: a systematic review. *Frontiers in Psychology*, *16*, 1553485. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1553485

Bjälkebring, P. (2019). Math anxiety at the university: what forms of teaching and learning statistics in higher education can help students with math anxiety? *Frontiers in Education. 4*, 30. https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00030

Boguslawski, S., Deer, R., & Dawson, M. G. (2025). Programming education and learner motivation in the age of generative AI: Student and educator perspectives. *Information and Learning Sciences*, *126*(1–2), 91–109. https://doi.org/10.1108/ILS-10-2023-0163

Buizza, C., Cela, H., Sbravati, G., Bornatici, S., Rainieri, G., & Ghilardi, A. (2024). The role of self-efficacy, motivation, and connectedness in dropout intention in a sample of Italian college students. *Education Sciences*, *14*(1), 67. https://doi.org/10.3390/educsci14010067

Bustamante-Mora, A., Diéguez-Rebolledo, M., Díaz-Arancibia, J., Sánchez-Vázquez, E., & Medina-Gómez, J. (2025). Inclusive pedagogical models in STEM: the importance of emotional intelligence, resilience, and motivation with a gender perspective. *Sustainability*, *17*(10), 4437. https://doi.org/10.3390/su17104437

Carey, E., Hill, F., Devine, A., & Szűcs, D. (2016). The chicken or the egg? The direction of the relationship between mathematics anxiety and mathematics performance. *Frontiers in Psychology*, *6*, 1987. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01987

Castillejo, G. R., Ayala, J. M. M., y Olvera, E. V. (2019). La deserción escolar a nivel superior en México, situación actual y estrategias para combatirla en el Tecnológico Nacional de México. *Revista IPSUMTEC*, *2*(2), 19–30. https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v2i2.20

Chacón-Vargas, É., & Roldán-Villalobos, G. (2021). Factors affecting the academic performance of freshmen in the ITCR general mathematics course. *Uniciencia*, *35*(1), 265–283. https://doi.org/10.15359/ru.35-1.16

Chance, B., Ben-Zvi, D., Garfield, J., & Medina, E. (2007). The role of technology in improving student learning of statistics. *Technology Innovations in Statistics Education*, *1*(1). https://doi.org/10.5070/T511000026

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, *11*(4), 227–268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01

delMas, R. C., Garfield, J., Ooms, A., & Chance, B. (2007). Assessing students' conceptual understanding after a first course in statistics. *Statistics Education Research Journal*, *6*(2), 28–58. https://doi.org/10.52041/serj.v6i2.483

Fagerlund, J. (2022). Finnish teachers' and students' programming motivation and their role in teaching and learning computational thinking. *Frontiers in Education*, *7,* 948783 https://doi.org/10.3389/feduc.2022.948783

Fan, G., Liu, D., Zhang, R., & Pan, L. (2025). The impact of AI-assisted pair programming on student motivation, programming anxiety, collaborative learning, and programming performance: a comparative study with traditional pair programming and individual approaches. *International Journal of STEM Education*, *12*(1), 16. https://doi.org/10.1186/s40594-025-00537-3

Farooq, U., & Anwar, S. (2024). Students motivation to learn programming: A systematic review. *2024 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, Washington, USA, (pp. 1-9). IEEE. https://doi.org/10.1109/FIE61694.2024.10893105

Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (5th ed.). Sage.

Fu, Y., Wang, Q., Wang, X., Zhong, H., Chen, J., Fei, H., Yao, Y., Xiao, Y., & Li, N. (2025). Unlocking academic success: the impact of time management on college students' study engagement. *BMC Psychology*, *13*(1), 323. https://doi.org/10.1186/s40359-025-02619-x

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw Hill.

James, G., Witten, D., Hastie, T., Tibshirani, R., & Taylor, J. (2023). *An Introduction to Statistical Learning: with Applications in Python*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-38747-0

Jang, H., Kim, E. J., & Reeve, J. (2016). Why students become more engaged or more disengaged during the semester: A self-determination theory dual-process model. *Learning and Instruction*, *43*, 27–38. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.01.002

Johnston, M. P. (2014). Secondary data analysis: A method of which the time has come. *Qualitative and Quantitative Methods in Libraries, 3*, 619–626. https://www.qqml-journal.net/index.php/qqml/article/view/169/170

Kelly, M. M., Martin-Peters, T., & Farber, J. S. (2024). Secondary data analysis: Using existing data to answer new questions. *Journal of Pediatric Health Care*, *38*(4), 615–618. https://doi.org/10.1016/j.pedhc.2024.03.005

Ling, H.-C., Hsiao, K.-L., & Hsu, W.-C. (2021). Can students' computer programming learning motivation and effectiveness be enhanced by learning Python language? A multi-group analysis. *Frontiers in Psychology*, *11*, 600814. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.600814

Morales, G. V. H., & Cruz, N. S. G. (2025). Aprendizaje gamificado de programación en Python: diseño e implementación en segundo de bachillerato técnico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *9*(2), 3125–3148. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17130

Morales-Cervantes, J. J. E., Urbina-Nájera, A. B., & Colín González, M. M. (2022). Factores de abandono en la educación superior desde la perspectiva de estudiantes de Ingeniería Industrial. *Innovación Educativa*, *22*(89), 75–96. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732022000200075

Murphy, S., MacDonald, A., Wang, C. A., & Danaia, L. (2019). Towards an understanding of STEM engagement: A review of the literature on motivation and academic emotions. Canadian Journal of Science, *Mathematics and Technology Education*, *19*(3), 304–320. https://doi.org/10.1007/s42330-019-00054-w

Norman, G. (2010). *Likert scales, levels of measurement and the "laws" of statistics*. Advances in Health Sciences Education, 15(5), 625–632. https://doi.org/10.1007/s10459-010-9222-y

Onwuegbuzie, A. J., & Wilson, V. A. (2003). Statistics anxiety: nature, etiology, antecedents, effects, and treatments: a comprehensive review of the literature. *Teaching in Higher Education*, *8*(2), 195–209. https://doi.org/10.1080/1356251032000052447

Pavlenko, L. V., Pavlenko, M. P., Khomenko, V. H., & Mezhuyev, V. I. (2020). Application of R programming language in learning statistics. In *Proceedings of the Symposium on Advances in Educational Technology (AET)* (Vol. 2, pp. 62-72). SciTePress. https://doi.org/10.5220/0010928500003364

Raschka, S., Patterson, J., & Nolet, C. (2020). Machine learning in Python: Main developments and technology trends in data science, machine learning, and artificial intelligence. *Information*, *11*(4), 193. https://doi.org/10.3390/info11040193

Reeve, J. (2012). *A self-determination theory perspective on student engagement*. En S. L. Christenson, A. L. Reschly, & C. Wylie (Eds.), *Handbook of research on student engagement* (pp. 149–172). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_7

Rodríguez-Rivas, J. G., Pizarro-Gurrola, R., & Calzada-Terrones, J. (2025). Validación de escala para medir la motivación en el uso de Python en Probabilidad y Estadística en Educación Superior. *Portal de la Ciencia*, *6*(4), 587–602. https://institutojubones.edu.ec/ojs/index.php/portal/es/article/view/653/1124

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: Definitions, theory, practices, and future directions. *Contemporary Educational Psychology*, *61*, 101860. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101860

Scherer, R., Siddiq, F., & Sánchez, V. B. (2019). The cognitive benefits of learning computer programming: A meta-analysis of transfer effects. *Journal of Educational Psychology, 111*(5), 764–792. https://doi.org/10.1037/edu0000314

Simon, R. A., Aulls, M. W., Dedic, H., Hubbard, K., & Hall, N. (2015). Exploring student persistence in STEM programs: A motivational model. *Canadian Journal of Education/Revue canadienne de l'éducation*, *38*(1), 1–27. https://www.jstor.org/stable/pdf/canajeducrevucan.38.1.09.pdf

Tayebi, A., Gómez, J., & Delgado, C. (2021). Analysis on the lack of motivation and dropout in engineering students in Spain. *IEEE Access*, *9*, 66253–66265. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3076751

Tsai, Y. S., Poquet, O., Gašević, D., Dawson, S., & Pardo, A. (2019). Complexity leadership in learning analytics: Drivers, challenges and opportunities. *British Journal of Educational Technology, 50*(6), 2839–2854. https://doi.org/10.1111/bjet.12846

Villegas, B. R., & Núñez, L. A. (2024). Factores asociados a la deserción estudiantil en el ámbito universitario. Una revisión sistemática 2018-2023. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, *14*(28). https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.1923

Vizcaíno, L. C. A., Celin, P. M. A., Imbacuan, P. J. D., & Flores, D. O. P. (2024). La motivación y su impacto en el rendimiento académico en los estudiantes

universitarios: Revisión sistemática. *Revista Interdisciplinaria de Educación, Salud, Actividad Física y Deporte*, *1*(2), 38–52. https://doi.org/10.70262/riesafd.v1i2.2024.16

Vu, T., Magis-Weinberg, L., Jansen, B. R. J., van Atteveldt, N., Janssen, T. W. P., Lee, N. C., van der Maas, H. L. J., Raijmakers, M. E. J., Sachisthal, M. S. M., & Meeter, M. (2022). Motivation-achievement cycles in learning: A literature review and research agenda. *Educational Psychology Review*, *34*(1), 39–71. https://doi.org/10.1007/s10648-021-09616-7

Wang, C., Cho, H. J., Wiles, B., Moss, J. D., Bonem, E. M., Li, Q., Lu, Y., & Levesque-Bristol, C. (2022). Competence and autonomous motivation as motivational predictors of college students' mathematics achievement: From the perspective of self-determination theory. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 41. https://doi.org/10.1186/s40594-022-00359-7

Wen, F. H., Wu, T., & Hsu, W. C. (2023). Toward improving student motivation and performance in introductory programming learning by Scratch: The role of achievement emotions. *Science Progress*, *106*(4), 1–21. https://doi.org/10.1177/00368504231205985

CC BY