

Propuesta metodológica del tema de la programación lineal para la carrera de Ingeniería Informática

Methodological proposal for the subject of linear programming for the degree course in Computer Engineering

Maritza Petersson Roldán

 <https://orcid.org/0000-0002-0453-3571>

Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas, Matanzas-Cuba, maritza.petersson@umcc.cu

Walfredo González Hernández

 <https://orcid.org/0000-0001-8974-3721>

Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Santa Clara-Cuba, wghernandez@uclv.cu

 <https://doi.org/10.62325/10.62325/yachana.v14.n1.2025.948>

Resumen

La programación lineal es una de las asignaturas en el currículo del ingeniero informático y debe cumplir con la formación del aprendizaje creativo en este profesional. Para lograrlo en este artículo se propone un nuevo diseño didáctico del tema de Programación Lineal. El tipo de investigación es cualitativo sustentado en el análisis documental para detectar investigaciones sobre el aprendizaje creativo de la Programación Lineal. La búsqueda se realiza en tres bases de datos: Science Direct, SciElo y Google Académico para encontrar antecedentes sobre la enseñanza de la programación lineal. Como resultados se obtiene la caracterización del aprendizaje creativo y una propuesta metodológica para el proceso enseñanza aprendizaje de la programación lineal para la carrera de Ingeniería Informática enfocado al desarrollo del aprendizaje creativo. El resultado va a contribuir a en-

regar a la sociedad un profesional que sea capaz de innovar en las condiciones cada vez más cambiantes de las organizaciones informáticas.

Palabras clave: aprendizaje, enseñanza, programación lineal, matemáticas.

Abstract

Linear programming is one of the subjects in the curriculum of the computer engineer and must comply with the formation of creative learning in this professional. To achieve this, this article proposes a new didactic design for the subject of Linear Programming. The type of research is qualitative, based on documentary analysis to detect research on the creative learning of Linear Programming. The search was carried out in three databases: Science Direct, SciElo and Google Scholar to find background information on the teaching of linear programming. The results are a characterization of creative learning and a methodological proposal

Artículo de investigación



Esta publicación está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NonCommercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

Fecha de recepción:
16/10/2024

Fecha de aprobación:
10/12/2024

Fecha de publicación:
31/01/2025

for the teaching-learning process of linear programming for the degree course in Computer Engineering focused on the development of creative learning. The result will contribute to provide society with a professional who is able to innovate in the increasingly changing conditions of IT organizations.

Keywords: learning, teaching, linear programming, mathematics.

Introducción

En la actualidad, donde la sociedad del conocimiento define nuevas condiciones que exigen al profesional dominar habilidades y competencias complejas aprendidas durante sus estudios y no dejar de aprender a lo largo de su vida profesional, impone a la universidad el reto de fomentar las habilidades cognitivas y de control ejecutivo (Liu & Pásztor, 2023), que les permitan construir conocimientos de la mejor calidad, validarlos con evidencias fuertes, adaptarlos a situaciones imprevisibles y transmitirlos apropiadamente.

Todo ello implica una redefinición del modelo de aprendizaje y la implementación de nuevas estrategias de manera que se potencie la creatividad como vía para dar respuesta a las necesidades de innovación en el contexto donde se desempeñará el estudiante en su vida profesional.

La cuestión de cómo se puede fomentar la creatividad en las escuelas puede abordarse al menos de dos maneras. Una forma asume que la creatividad y el aprendizaje son fenómenos separados o en competencia. Tal punto de vista representa una distinción de o esto o lo otro que requiere que los educadores tomen la decisión de centrarse en apoyar la creatividad de los estudiantes a expensas del aprendizaje o apoyar el aprendizaje a expensas de fomentar la creatividad (Ciriello et al., 2024).

Muchas investigaciones realizadas sobre aprendizaje creativo reconocen que el mis-

mo implica:

- El conocimiento personalizado. El alumno aprende por sí mismo, no por el conocimiento del maestro, del examinador o de la sociedad. El aprendizaje creativo se interioriza y marca una diferencia en el yo del alumno.
- Control de los procesos de aprendizaje. El alumno se motiva a sí mismo, no se rige por factores extrínsecos o ejercicios puramente orientados a la tarea.
- Innovación. Se crea algo nuevo. Se ha producido un cambio importante, se obtiene una nueva comprensión, se adquiere un conocimiento nuevo y significativo. (Swanzy-Impraim et al., 2023)

Considerando la relación entre estos aspectos, puede verse que cuanto mayor sea la relevancia de la enseñanza para la vida, el mundo, la cultura y los intereses del aprendiz, mayor será la probabilidad de que los alumnos tengan el control de sus propios procesos de aprendizaje. La relevancia ayuda a la identificación, la motivación, las emociones y el entusiasmo. El control, a su vez, conduce a la personalización del conocimiento. La interacción de estos tres aspectos conduce a una mayor posibilidad de que resulte un aprendizaje creativo.

Para promover el aprendizaje creativo en los estudiantes en un primer momento el profesor debe reflexionar sobre qué tipo de aprendizaje pretende, de tal forma que de

manera intencional diseñe sus estrategias pedagógicas asumiendo el aprendizaje como producción de ideas y, especialmente, como producción de novedad por parte del aprendiz, además de valorar positivamente, y estimular por diversas vías, la elaboración activa de contenidos por parte del estudiante, así como la generación autónoma de relaciones con lo aprendido, en lugar de la mera reproducción. Esto último significa colocar al estudiante en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje para lo cual el docente requiere del uso de métodos y técnicas didácticas que demandan de los estudiantes reflexión, solución de desafíos, elaboración de ideas o realización de actividades diversas.

Para la modelación del proceso de enseñanza aprendizaje que potencie el aprendizaje creativo se debe tener en cuenta el carácter consciente de dicho proceso en el sentido que busca el desarrollo, el compromiso y la responsabilidad del sujeto en su proceso de formación, así como su carácter dialéctico, determinado por las contradicciones que están en su interior que hacen posible su desarrollo. De esta manera, en el análisis del proceso de enseñanza aprendizaje deben considerarse todos sus componentes en función de favorecer el carácter activo y creativo del alumno en el proceso de aprender.

Las tareas para desarrollar deben ser de carácter productivo y no reproductivo. También deben conllevar la producción de ideas propias por parte del alumno. En cuanto al material didáctico y las orientaciones para su lectura recomienda estimular el trascender las ideas del autor, para lo cual sugiere la utilización de textos potencialmente desafiantes, no lineales, incluso con posiciones opuestas sobre un mismo tema. El profesor debe orientar la lectura

crítica y creativa, más que la simple asimilación comprensiva del contenido. Igualmente, se debe incentivar y orientar cómo ir más allá del momento comprensivo y reproductivo de la lectura y en el sistema de evaluación y autoevaluación del aprendizaje propone cambiar el énfasis de la evaluación. Así, se debe pasar del énfasis en la reproducción de los contenidos al de la producción en la elaboración y la asimilación reflexiva e individualizada del objeto del conocimiento. Consecuentemente, se recomienda el carácter productivo y no reproductivo de las actividades utilizadas con fines evaluativos. Trabajar la coevaluación orientando y estimulando sistemáticamente el ejercicio de la autoevaluación del propio aprendizaje.

En cuanto en las relaciones profesor-alumno y el clima comunicativo-emocional en el salón de clases Mitjans (2013) afirma que la comunicación debe centrarse en la estimulación y valoración, más que en el momento comprensivo del aprendizaje, específicamente, en su expresión creativa. Se propone incentivar la curiosidad, el cuestionamiento, la reflexión, la imaginación, la autorreflexión crítica sobre el aprendizaje y sobre sí mismo; todo ello en una relación simultánea de confianza y de exigencia. Se apuesta por una valoración positiva del esfuerzo y la producción propia de los alumnos, situando al alumno en escenarios potencialmente desafiantes, siempre suministrando la retroalimentación y orientaciones pertinentes.

Una forma alternativa de abordar esta cuestión es reconocer que existe una gran coincidencia en las conceptualizaciones teóricas de la creatividad y el aprendizaje. Esta visión postula que la creatividad y el aprendizaje son compatibles y capaces de coexistir en las escuelas y las aulas. Esta

perspectiva reconoce que la creatividad y el aprendizaje son mutuamente dependientes (Stephenson, 2023; Yang, 2023). Esta dependencia mutua quizás se represente mejor en una perspectiva de aprendizaje creativo (Díaz & Martínez, 2013), que describe que la creatividad y el aprendizaje académico pueden reforzarse mutuamente.

El aprendizaje creativo en las escuelas representa una forma específica de aprendizaje que involucra la expresión creativa en el contexto del aprendizaje académico. Más específicamente, el aprendizaje creativo implica una “combinación de procesos intrapsicológicos e interpsicológicos que dan como resultado una comprensión nueva y personalmente significativa para uno mismo y para los demás” (Beghetto, 2019, p. 314)

En el marco de la teoría de la subjetividad el aprendizaje creativo es visto como una forma de aprender que se diferencia de las formas de aprendizaje comunes en el medio escolar y se caracteriza por el tipo de producción que el aprendiz hace y por los procesos subjetivos implicados. Este aprendizaje tiene diferentes formas de expresión y se expresa en la configuración, como mínimo de tres procesos: la personalización de la información, la confrontación con lo dado y la producción de ideas propias y nuevas (Mitjans, 2013).

Uno de los componentes menos atendidos en las investigaciones educativas bajo este paradigma es la evaluación, sin embargo, existen evidencias en la práctica evaluativa actual que continúan prevaleciendo los modos de actuación tradicional donde se miden cientos de conceptos, principios, reglas, procedimientos y otros componentes curriculares, de manera atomizada y aislados unos de otros (König et al., 2023).

Por otro lado, las tecnologías de la información en la actualidad ayudan a eliminar las barreras espaciales en los procesos formativos. En este contexto, el concepto de espacio de aprendizaje es vital por la apertura espacial que le confiere al aprendizaje. Las tecnologías donde el estudiante aprende con los otros y se implica en ese aprendizaje es un espacio de aprendizaje en el cual puede reafirmar los contenidos estudiados en el aula, siendo este otro espacio de aprendizaje. Otros espacios muy conocidos en la carrera de ingeniería informática son las comunidades de desarrolladores en determinado lenguaje de programación, base de datos, modelado de sistemas entre otros. Cada estudiante decide y se integra a aquellos espacios de aprendizaje donde pueda aprender y reafirmarse como sujeto de su aprendizaje.

La implicación del estudiante en varios espacios de aprendizaje le permite conformar un sistema de espacios de aprendizaje. Cada espacio de aprendizaje le provee al estudiante información que suele ser contradictoria y que él debe contrastar, llevarla a la práctica y de esa manera personalizarla a partir de sus criterios, el criterio de los otros y los resultados de su aplicación. De la tensión entre estos tres procesos aparecerá la confrontación entre lo que se le da (en cada espacio por el criterio de los otros) con los resultados de su actividad práctica en el proyecto donde está involucrado. Resultante de este proceso surgirá una nueva información producida por el estudiante que tendrá un alto grado de novedad y propiciará la emergencia de emociones positivas relacionadas con el proceso y el resultado.

La continuidad de estos procesos de emergencia, contradicciones y personalización establecerá una continuidad de emergencia

de sentidos subjetivos favorables que conformará la configuración subjetiva denominada aprendizaje creativo (de-Almeida & Mitjás 2020). Si estos procesos emergentes y configuracionales se establecen vinculados a procesos informáticos como es el caso de la asignatura programación lineal, entonces puede propiciarse la aparición del aprendizaje creativo de la informática.

La Programación Lineal aplica a un amplio campo de actividades de la producción, los servicios y la sociedad, como pueden ser, la confección de planes de producción óptimos, optimizar sistemas de transportación, minimizar impactos medio ambientales, etc. Su amplio uso se debe esencialmente a la relativa facilidad para la construcción del modelo y a la existencia de herramientas poderosas para la rápida solución y análisis del modelo planteado. En la actualidad con el desarrollo de la computación se han desarrollado un conjunto de paquetes informáticos que permite además de la rápida solución, la interactividad para analizar posibles cambios en los parámetros del sistema.

Se sugiere exponer un breve desarrollo histórico de la PL, resaltando como el mismo está sujeto al desarrollo de las matemáticas y de la informática:

- La P.L. se basa en el desarrollo de las operaciones con desigualdades lineales y en la teoría de los conjuntos convexos desarrollada en los siglos 18 y 19.
- En 1939 el matemático ruso Kantorovich desarrolla en la antigua URSS un modelo de P.L. para la elaboración de un plan óptimo de producción.
- En 1941 el matemático norteamericano

Hitchcock desarrolla un modelo de P.L. para la programación óptima del transporte en una empresa de distribución.

- En 1947 un grupo de matemáticos norteamericanos encabezados por George Dantzig, hacen las primeras definiciones del modelo de P.L., sus características y propiedades.
- Entre 1947 y 1950 Dantzig desarrolla el denominado Método Simplex, que permite hallar la solución de una forma simple y eficiente de los modelos de P.L. Este método, basado en una solución algorítmica, impulsó notablemente este modelo de optimización.
- En la Programación en Enteros de la P.L. se desarrollaron en la segunda mitad del pasado siglo, métodos eficientes de solución, a través del método de los planos cortantes planteados por el matemático Gomory y el eficiente método Branch and Bound.
- En la década de los 80 se presenta un nuevo método de solución a los problemas de P.L. llamado el algoritmo de Punto Interior y desarrollado por el matemático Narendra Karmarkar que ha mostrado ser eficiente para grandes problemas de P.L.
- A partir de surgimiento de la computación a mediados del siglo pasado, el Método Simplex se programa y se han desarrollado varios paquetes que permiten la solución de grandes problemas de P.L. en fracciones de segundo. También se han desarrollado otros algoritmos para casos especiales de P.L. que aprovechando la estructura del problema logran soluciones de forma más eficiente.

La Programación Lineal es un contenido que se incluye en el currículo de la carrera de Ingeniería Informática, con el propósito de que los estudiantes sean capaces de modelar, aplicar métodos de solución e interpretar los resultados obtenidos en problemas de programación lineal y de esta manera generar información para apoyar la Toma de Decisiones.

Esta temática en el nuevo plan de estudio que comenzó en el 2018, forma parte de la disciplina Inteligencia Computacional y se enfoca en el modelado y solución de problemas complejos usando métodos avanzados, muchas veces llamados inteligentes. Los contenidos de esta disciplina le permitirán al estudiante abordar problemas que dependan fuertemente de la experiencia, presentan elementos de incertidumbre, sean adecuados para su solución por métodos deductivos, inductivos y heurísticos, que son de difícil solución por otros enfoques, aspectos estos que se pueden presentar en los trabajos que enfrenta un Ingeniero Informático. Con todos estos contenidos el egresado no sólo podrá abordar nuevas problemáticas, sino que también desarrollará sistemas informáticos mejor estructurados, más flexibles y potentes, y de mayor calidad profesional.

Como puede verse, la naturaleza de los contenidos que aborda esta disciplina resulta idónea para propiciar el aprendizaje creativo, pues resultan ideales para potenciar el pensamiento algorítmico necesario al ingeniero informático, además de que el tratamiento metodológico que estos contenidos requiere para su comprensión del uso de los métodos problémicos y por ende de algo de creatividad en los estudiantes para lograr las soluciones.

El presente artículo expone una propues-

ta de metodología para enseñar el tema de programación lineal, para la carrera de Ingeniería Informática haciendo hincapié en la generación de espacios de aprendizaje, donde se promuevan el carácter activo de los estudiantes en sus contextos de actuación, contribuyendo para el desarrollo de sujetos con capacidad de transformación, de manera que cuando sea necesario ellos tengan la capacidad de actuar como agentes de cambio en los espacios en que los que se desenvuelvan.

Materiales y métodos

La investigación es de índole cualitativa al utilizar el análisis documental (Roig et al., 2022). Diversas investigaciones actuales utilizan el análisis documental como método fundamental y se declaran de índole cualitativo (Roig et al., 2022). El método se basa en la búsqueda, captura y selección de los documentos para su posterior análisis en torno a una temática dada. Para discriminación de los documentos no idóneos se definieron como criterios de exclusión aquellos que estaban duplicados, los dedicados a la enseñanza de la programación lineal que no estuvieran relacionados con la creatividad o relacionados con la enseñanza media. Como criterio de inclusión se asumen los artículos que contengan creatividad y programación lineal en cualquier nivel educativo. No se definieron límites de tiempo en la búsqueda porque es necesario encontrar investigaciones que aborden el aprendizaje creativo de la programación lineal.

En el caso de esta investigación se abordan textos científicos relacionados con la temática. En la Tabla 1 se muestran las fases utilizadas por cada uno de los autores (Jiménez et al., 2017; Zaragoza & Gutiérrez, 2019).

En la Tabla 1 se colocan los autores que han propuesto fases sobre la investigación documental con el objetivo de determinar las fases a seguir en el trabajo. La investigación se guía por las etapas utilizadas por Roig et al. (2022) al ser la de mayor completitud, aunque se ha agregado la última etapa que se muestra en la tabla. Las etapas seleccionadas por el autor son: búsqueda de información, recuperación de textos, organización de la información, análisis crítico y detección de lagunas. La etapa propuesta de solución se realiza en este artículo debido a la necesidad de solucionar

las problemáticas que se detecten. La figura 1 muestra las acciones que se realizaron para proceder en el análisis documental.

El objetivo de la búsqueda es detectar investigaciones relacionadas con el aprendizaje creativo de la programación lineal en ingenieros informáticos. Para lograrlo se determinaron tres bases de búsquedas bibliográficas:

- **Science Direct:** Contiene los trabajos de primer nivel reconocidos internacionalmente.

Tabla 1

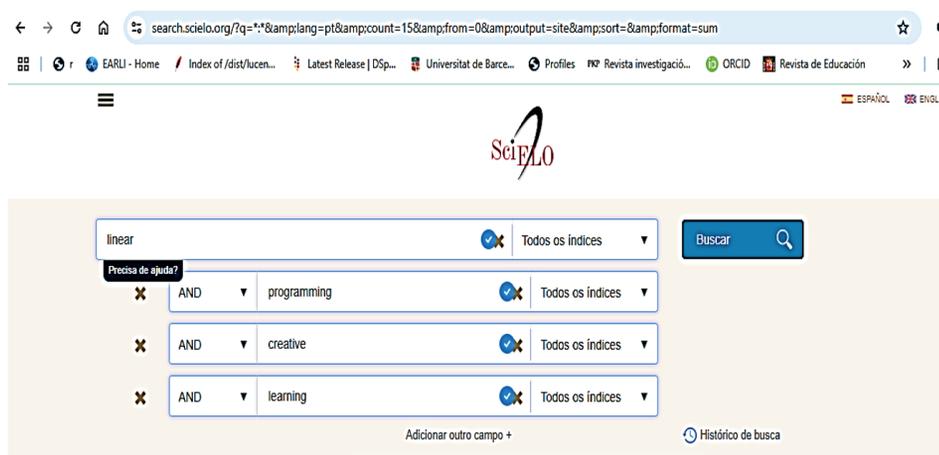
Fases de la investigación documental

Autores	Búsqueda de información	Recuperación de textos	Organización de la información	Análisis crítico	Detección de lagunas	Propuesta de solución
Roig et al. (2022)	X	X	X	X		
Parga (2018)	X	X		X		
Jiménez et al. (2017)	X	X	X			

Figura 1

Acciones que guiaron el proceder en el análisis documental



Figura 2*Representación de la búsqueda en SciELO*

Nota de la figura: Configuración de la búsqueda avanzada en SciELO empleando términos clave y operadores booleanos para la revisión sistemática. Los enlaces correspondientes a las búsquedas realizadas en otras plataformas son: Science Direct (<https://tinyurl.com/3t2dhs3x>) y Google Scholar (<https://tinyurl.com/3276h6xz>).

- **SciELO:** Contiene los trabajos más importantes del área regional.
- **Google Académico:** Es la base de datos que indexa la mayor cantidad de artículos, libros y tesis. Es congruente con la necesidad de detectar cualquier documento que tratara la temática y fuera publicado producto a un proceso de arbitraje.

Se realizó una búsqueda en en las plataformas Science Direct, SciELO y Google Académico, sin restricciones de tiempo, utilizando los términos “(linear) AND (programming) AND (creative) AND (learning)” en los títulos de los documentos. La configuración específica de la búsqueda en SciELO se detalla en la Figura 2.

Resultados y discusión

Los resultados iniciales de la búsqueda en las tres bases de datos (Science Direct, SciELO y Google Académico) utilizando los términos “(linear) AND (programming) AND (creative) AND (learning)” no arrojaron ningún documento relevante. Posteriormente, se realizaron dos búsquedas adicionales en Google Académico empleando los términos en español “(aprendizaje) AND (creativo) AND (programación) AND (lineal)” y los términos en inglés “(creative) AND (learning) AND (linear) AND (programming),” sin obtener resultados.

A continuación, se diseñó una estrategia de búsqueda alternativa cuyos resultados se resumen en la Tabla 2. En esta tabla, la primera fila recoge los resultados de las

Tabla 2

Resultados de la investigación documental

Términos	ScienceDirect		Google Scholar		Scielo	
(creative) and (learning) and (linear) and (programming)	0		0		0	
(linear) and (programming)	Con AC	Sin AC	Con AC	Sin AC	Con AC	Sin AC
	0	3507	0	2210	0	49
(creative) and (learning)	Con PL	Sin PL	Con PL	Sin PL	Con PL	Sin PL
	0	17	0	671	0	7

Fuente: Encuesta de diagnóstico dirigida al personal de la fundación FASINARM.

búsquedas realizadas el 7 de diciembre de 2024 con los términos iniciales. La segunda fila muestra los resultados obtenidos al excluir términos relacionados con “aprendizaje creativo” (AC) o “programación lineal” (PL). Para realizar comparaciones más precisas, se restringieron las búsquedas de programación lineal relacionadas con su enseñanza utilizando términos clave específicos. La búsqueda con “enseñanza programación lineal” resultó en 57 documentos en Google Scholar, mientras que con “aprendizaje programación lineal” se obtuvieron 67 documentos, dando un total de 124 documentos.

A pesar de descargar y analizar los 124 documentos obtenidos, ninguno de ellos abordó la temática del desarrollo de la creatividad ni el aprendizaje creativo en el contexto de la programación lineal.

Para facilitar la visualización de los datos en la tabla, se utilizaron las abreviaturas “AC” para “aprendizaje creativo” y “PL” para “programación lineal.”

Los resultados de la Tabla 2 evidencian que no se aborda la temática del aprendizaje creativo desde la enseñanza de la programación lineal. Ello lleva a que no se continúe las acciones mostradas en figura 1.

Los resultados de la Tabla 2 evidencian que no se aborda la temática del aprendizaje creativo desde la enseñanza de la programación lineal. Ello lleva a que no se continúe las acciones mostradas en figura 1.

Para obtener un referente teórico sobre la enseñanza de la programación lineal, se seleccionaron los textos relacionados con la enseñanza de la Programación Lineal en la educación superior y se colocaron en el EndNote 20. Los resultados obtenidos permiten afirmar que no se detectan investigaciones sobre la temática aprendizaje creativo de la programación lineal, lo que avala la necesidad de investigar en el proceso de enseñanza aprendizaje de la programación lineal para la carrera de Ingeniería Informática enfocado al desarrollo del aprendizaje creativo.

Los contenidos deben ser organizados según una estructuración didáctica que propicie que el aprendizaje se produzca a partir de la personalización y redescubrimiento de los conocimientos previos. Es posible lograrlo mediante la activación de procesos y mecanismos que favorezcan la confrontación con lo dado y la personalización de la información de los contenidos aprendidos para futuros aprendizajes. Concebirlo de esta manera amplía la propuesta

de Bedregal-Alpaca et al. (2024) pues va solamente a la elevación de las calificaciones de los estudiantes y no al desarrollo de los procesos creativos.

En este sentido las clases deben ser estructuradas en una jerarquía que le permita al estudiante delimitar los contenidos parciales objeto de aprendizaje, los objetivos de cada clase deben ser concebidos de forma tal que estos sean claros, viables y modelados de manera que propicien la implicación de los estudiantes. Estos objetivos deben propiciar el cuestionamiento de los diversos contenidos a aprender, su relación con los contenidos informáticos de la carrera a partir de una adecuada dosificación y una organización en la que se impliquen el sistema de espacios de aprendizaje en que el estudiante se implique. La novedad en este planteamiento se encuentra en el énfasis en el cuestionamiento de todos los contenidos y no en aquellos que se resuelvan utilizando el Excel (López, 2023) y su interés no únicamente el desarrollo de capacidades (Huamán, 2015).

Se debe incluir una introducción que cuestione los conocimientos anteriores para, a partir de su problematización, que se logren estructurar los nuevos conocimientos citando ejemplos empíricos de proyectos reales realizados por estudiantes de cursos anteriores que permitan demostrar la necesidad del nuevo conocimiento. La idea de usar los proyectos reales detectados por los estudiantes en cursos anteriores va más allá de la propuesta de problemas por el profesor como plantean Kacis y Arzuaga (2021). De esta manera la introducción sirve de emergencia de sentidos subjetivos positivos relacionados con la problematización y la vinculación de la asignatura al quehacer informático. La realización de ferias expositivas de estudiantes de años

superiores donde muestren la aplicación de los contenidos de investigación de operaciones a la informática constituye un elemento esencial para establecer relaciones interdisciplinarias.

El contenido de las exposiciones de los estudiantes versa sobre la solución a los proyectos en los cuales han estado vinculados desde el inicio de curso. La práctica laboral se constituye en un espacio de debate donde el estudiante se apropia de los modos de actuación del profesional y el proyecto como producción subjetiva relacionada con la informatización de organizaciones lo propicia. La vinculación de los estudiantes a proyectos informáticos permite la emergencia de sentidos subjetivos favorables a la forma de actividad fundamental de la informática (Huang, 2021; Witte, 2022) siempre que sea un espacio de debate y donde el error sea parte natural del proceso de aprendizaje. La estructuración de la docencia utilizando el enfoque de proyectos hace que los problemas utilizados como elemento motivador en cada clase parta de las vivencias de los estudiantes en la solución de esas problemáticas. De ahí que, este enfoque propicia un aprendizaje más vivencial, problematizador en el que la creación de soluciones novedosas y eficientes es fundamental.

Los recursos didácticos constituyen un elemento esencial en el soporte al estudio de los estudiantes y a la confrontación de saberes (Rosabal et al., 2023). Cada uno de estos recursos deben propiciar la implicación de los estudiantes, la comunicación basada en el diálogo entre los componentes personales del proceso en comunidades puede complementarse entre sí para fomentar aquellos sentidos subjetivos ya analizados necesarios para un aprendizaje creativo. La búsqueda de soluciones a las

contradicciones entre lo dado y las necesidades del proyecto se pueden viabilizar a través de los espacios de aprendizaje digitales donde los estudiantes estén involucrados. Los recursos didácticos digitales deben sustentar los procesos emocionales necesarios para que el estudiante se implique en la búsqueda, personalización y producción de nuevos contenidos relacionados con la investigación de operaciones en la informática. Para lograrlo la introducción de la gamificación es una estrategia probada para lograr la implicación de los estudiantes en sus procesos de aprendizaje (Blanco et al., 2023; Zhan et al., 2022).

Por tanto, los materiales didácticos no pueden limitarse a portar el contenido, sino a problematizar sobre este y proveer las vías para la búsqueda de contraposiciones, argumentaciones y aplicaciones en contextos diferentes al que se encuentra el estudiante. Para ello el profesor debe estar preparado para la discusión científica desde argumentos sólidos que pueden ser rebatidos desde la búsqueda y personalización que haya realizado un estudiante. El debate basado en el diálogo como vía de comunicación fundamental es un proceso para el cual deben estar preparados todos los actores del proceso de enseñanza – aprendizaje (Fleer et al., 2017). De esa manera se logra despertar el interés del estudiante teniendo en cuenta sus características, formas de pensar y opiniones.

La introducción de los espacios virtuales como uno de los espacios de aprendizaje didácticos por excelencia (Costello et al., 2023; Raj & Renumol, 2022) permitiría prolongar la interacción de los estudiantes y los encargados de enseñar eliminando las barreras temporales y espaciales. La búsqueda de soluciones compartidas a los proyectos que trabajan es una de las potencialidades

que proveen plataformas como Moodle y llevaría a introducir los cursos más flexibles que la clásica estructura de conferencias y clases prácticas. Los nodos problemáticos podrían convertirse en los ejes centrales de la estructuración de los contenidos más allá de los documentos y estructurarse en la plataforma como unidades de contenido.

La estructuración de unidades de contenido con los parámetros de calidad requeridos en varias investigaciones (Marciniak & Cáliz, 2021; Medina et al., 2021) serían de gran utilidad pues proveería a los estudiantes de los elementos esenciales de contenido para resolver las problemáticas esenciales al proyecto. Estas unidades de contenidos pueden ser reutilizables y para ello sería interesante generar objetos de aprendizaje en herramientas como HotPotatoes, JClick, H5P u otras. Al exportar los diseños a formato SCORM o IMS se pueden importar al Moodle, lo que llevaría al espacio virtual actividades interactivas como crucigramas, completamiento de frases y otras.

Es importante proveer al estudiante de diversos enlaces a buscadores y metabuscadores que les permita interactuar con concepciones y ejemplos sobre cada unidad de contenido o nodo problemático garantiza que vayan más allá de lo dado. En estas interacciones con nuevos enfoques o concepciones acerca de cada nodo problemático se van confrontando cada uno de ellos con las informaciones que se proveen en clases. Es labor de los encargados de enseñar establecer espacios de intercambio en los cuales se discutan los aprendizajes que los estudiantes logren en esos espacios que pueden transformarse en espacios de aprendizaje. Para los profesionales en sentido general, uno de los espacios de aprendizaje por excelencia son las comunidades virtuales en torno a un tema de la profesión

(Wu et al., 2021). Las comunidades están compuestas por profesionales académicos y no académicos, estudiantes, entre otras personas con un vínculo con la profesión. En ellas se discuten los temas, contenidos y modos de actuación del profesional por lo que constituyen espacios de aprendizaje de la profesión por excelencia.

En el control y evaluación del aprendizaje se debe prestar especial atención al desarrollo que haya alcanzado el estudiante relacionado con los contenidos a aprender. Cada actividad realizada por el estudiante, así como los elementos necesarios para ello deben ser objeto de evaluación por parte del profesor. La emergencia de cualidades positivas al estudio en los alumnos debe ser altamente valorada por todos los encargados de enseñar en los diferentes espacios de aprendizaje. Para lograrlo, los colectivos profesoriales deben invitar a aquellos profesionales con los cuales interactúan los estudiantes en espacios de aprendizaje como la práctica laboral y se denominará en este artículo colectivo pedagógico. Al respecto, es imprescindible que el colectivo pedagógico valore los avances de los estudiantes en el proceso de aprendizaje, qué ha faltado y cómo potenciarlo, a la vez que los estudiantes lo interioricen, reconozcan sus propios logros y dificultades. Los diferentes resultados a una misma actividad deben ser discutidos colectivamente de manera que se socialicen las experiencias y diferentes modos de actuar. El profesor deberá implicar a los estudiantes en un proceso consciente de auto evaluación y coevaluación como condición básica para el desarrollo de sus habilidades metacognitivas (Ibarra & Rodríguez, 2010).

Cada unidad de contenido debe proveer de un sistema de evaluación que permita

al profesor valorar el cumplimiento de los objetivos propuestos para ese fragmento de conocimiento. Promover la coevaluación y la autoevaluación constituyen acciones que promueven el trabajo en equipo y les permite asumir los errores como parte del proceso. En este sentido, existe una tensión entre las organizaciones donde se encuentran insertados los estudiantes y el impacto del error que pueden cometer. De ahí la importancia de inculcarles el análisis colectivo de las soluciones como una vía de valoración positiva acerca de las producciones subjetivas relacionadas con el contenido que cada uno de ellos poseen. Esta valoración en colectivo va sentando los cimientos de la toma de decisiones en equipo, teniendo como sustento la utilización de los contenidos de investigación de operaciones.

Descripción de la propuesta metodológica

Las metodologías tienen como principal función servir de guía orientadora a los profesores para seleccionar un conjunto de métodos con los cuales conducir el aprendizaje de los estudiantes (Salido, 2020). Estas están compuestas por un sistema de acciones con un alto nivel de complejidad y generalizador que integra las acciones fundamentales que establecen profesor y estudiantes para lograr un objetivo educativo. Cada una de las acciones posee su objetivo general y las acciones que la componen. Cada uno de los componentes estructurales de la metodología será develado a continuación:

Objetivo General de la Propuesta Metodológica: Elaborar un sistema de propuestas metodológicas para el desarrollo del aprendizaje creativo de la informática desde la asignatura investigación de operaciones durante la formación del profesional informático.

Fases fundamentales:

Fase número 1: Diagnóstico de la situación actual del aprendizaje creativo en los estudiantes.

- **Objetivo de la etapa:** Diagnosticar del aprendizaje creativo en los estudiantes de ingeniería informática.
- **Acciones fundamentales:** Las acciones fundamentales están orientadas en dos direcciones: el profesor y el estudiante. El primero encargado de la conducción del proceso y de garantizar el aprendizaje de los estudiantes, así como de la selección de los métodos más adecuados para conducir el proceso. El estudiante en su carácter de sujeto de su aprendizaje. La Tabla 3 expresa las acciones fundamentales para cada uno de ellos.

En la Tabla 3 se muestran las acciones que deben ejecutarse con los profesores y estudiantes para explicitar qué deben ejecutar cada uno de los componentes personales. Estas acciones lograrán establecer una ca-

racterización del aprendizaje creativo en los estudiantes y sus potencialidades para lograrlo. Al mismo tiempo va preparando al profesor para su comprensión acerca de los fundamentos psicológicos y didácticos acerca de esta configuración subjetiva de la personalidad.

Fase 2: Planificación del proceder metodológico de los profesores.

- **Objetivo de la acción:** Establecer el sistema de métodos a partir del diagnóstico del aprendizaje creativo en los estudiantes de ingeniería informática que potencie el aprendizaje creativo.
- **Acciones fundamentales:**
 - Seleccionar el sistema de métodos, así como sus relaciones que permita potenciar el aprendizaje creativo: La literatura actual (Mohamad Hsbollah & Hassan, 2022; Ssemugenyi, 2022) ha demostrado que el aprendizaje basado en proyectos es una vía efectiva para el desarrollo de la creatividad en general y el aprendizaje creativo

Tabla 3

Acciones para establecer en esta primera etapa con cada uno de los componentes personales del proceso

Acciones de los Estudiantes	Acciones de los profesores
Seleccionar un sistema de instrumentos que permitan establecer los niveles de desarrollo del aprendizaje creativo en los estudiantes teniendo en cuenta las investigaciones actuales en esta área.	Seleccionar un sistema de instrumentos que permitan establecer los conocimientos del profesor acerca del aprendizaje creativo y las vías para su desarrollo.
Aplicar el sistema de instrumentos para determinar los niveles de desarrollo.	Establecer un sistema de superación desde el puesto de trabajo que les permita profundizar en los fundamentos psicológicos y didácticos del aprendizaje creativo.
Determinar fortalezas y debilidades de los estudiantes para lograr el aprendizaje creativo de la informática desde la investigación de operaciones.	Establecer un sistema de talleres metodológicos con el colectivo de año para el análisis de las fortalezas y debilidades de los estudiantes en relación con el aprendizaje creativo de la informática.

Fuente: Encuesta de diagnóstico dirigida al personal de la fundación FASINARM.

en particular. Por otro lado, el uso de la enseñanza problémica también ha verificado su importancia y acierto en cuanto a este tipo de aprendizaje (de Vink et al., 2023; Muzaini et al., 2023).

- Seleccionar las herramientas informáticas que sustenten el aprendizaje en línea: el uso de herramientas de soporte en línea ha sido uno de los puntos álgidos en el desarrollo de la educación actual postpandemia (Marković et al., 2021). Además, ha sido demostrado (Jin et al., 2022; Wannapiroon & Pimdee, 2022) que los sistemas académicos online estimulan la creatividad en los estudiantes cuando se usan como espacios de aprendizaje.

- Planificación docente del curso escolar: Una vez concluidas los dos primeros puntos pues es necesario realizar la planificación del curso escolar. Para ello se propone que teniendo en cuenta el fondo de tiempo asignado al tema (27 horas) se propuso organizar el mismo en doce actividades presenciales: diez horas de conferencias, diez horas de clase práctica, cuatro horas de seminarios y una prueba parcial.

Moodle es una de las plataformas más usadas y se han encontrado trabajos que proponen el uso de ella en la enseñanza de la programación lineal (Paxci, 2017), aunque para niveles y contextos educativos diferentes. La estructuración del curso

Figura 3

Vista del Tema Programación Lineal en la Moodle

El fondo de tiempo de la asignatura es de 65 horas, distribuidas en tres temas:

- Tema I: Programación lineal y entera
- Tema II: Optimización de Redes lineales
- Tema III: Programación Dinámica

Profesora del curso: Dr.C. Maritza Pettersson Roldán

- Programa de la asignatura
- Instalador del Software
- Libro de Texto

Tema I: Programación lineal

En este tema se presentan el modelo general de programación lineal y sus supuestos básicos. Se expone la metodología a seguir para la construcción de un modelo de PL, mas tarde se tratan los modelos de programación en entero. Se estudian métodos de solución para ambos tipo de modelos. Se expone el análisis de sensibilidad para la solución de un PPL, con su respectiva interpretación

- Conferencia 1. Modelación Matemática. El problema de PL. Metodología para la construcción de un modelo de PL.
- Clase Práctica 1. Construcción de modelos de PL
- Conferencia 2. Construcción de modelos de PL
- Clase Práctica 2. Modelación de Problemas en entero
- Conferencia 3. Método de solución a problemas de programación lineal: Solución Gráfica. Método Simplex
- Clase Práctica 3. Métodos de solución a problemas de Programación Lineal.
- Conferencia 4. Análisis económico de la iteración óptima. Teoría de la dualidad
- Clase Práctica 4. Análisis económico de la iteración óptima. Teoría de la dualidad

está complementada por un curso creado en Moodle y se incluyen diversos enlaces a comunidades donde se discuten temas de investigación de operaciones para ingenieros informáticos como: <https://tinyurl.com/bpah8vx7>, <https://tinyurl.com/55vzpa4w>, <https://tinyurl.com/ane-kyb5>. La Figura 3, muestra la estructura del curso en Moodle. En la Tabla 3 se muestran las acciones que deben ejecutarse con los profesores y estudiantes para explicitar qué deben ejecutar cada uno de los componentes personales. Estas acciones lograrán establecer una caracterización del aprendizaje creativo en los estudiantes y sus potencialidades para lograrlo. Al mismo tiempo va preparando al profesor para su comprensión acerca de los fundamentos psicológicos y didácticos acerca de esta configuración subjetiva de la personalidad.

◦ La selección del enfoque metodológico se realiza siguiendo las siguientes acciones:

1. Vincular el contenido a estudiar con el momento histórico de su aparición, destacando la importancia del mismo a partir del planteamiento de una situación problemática cuya solución será tratada en la clase.
2. Resolver proyectos reales a partir del análisis de la situación presentada por un estudiante en particular en la cual deben contrastar con lo analizado en actividades anteriores. Este trabajo les permite a los estudiantes llegar a la representación de la solución con expresiones matemáticas lineales, evidencia de un aprendizaje creativo.
3. Brindar a los estudiantes experiencias de aprendizaje semiestructuradas que les exijan cumplir con los objetivos de aprendizaje de formas nuevas y diferentes ayuda a garantizar que los estudiantes desarrollen una comprensión personal y académicamente significativa y también les brinda la oportunidad de contribuir potencialmente a la comprensión de sus compañeros y maestros (Beghetto, 2020).
4. Explorar la idea geométrica que conecta perfectamente con lo conocido por los estudiantes (Silva, 2015). De esta manera ellos infieren el método geométrico para resolver un problema de programación lineal, lo que les hace ganar en autoestima y confianza en sí mismos, y con ello se ha propiciado un ambiente favorable al aprendizaje creativo.
5. Interpretar la solución y el análisis de sensibilidad de la misma, se trata a partir de situaciones que estimulen al estudiante a participar en una nueva construcción de sentido de manera que logran una comprensión personalmente luego de combinar el estímulo de aprendizaje con lo conocido.
6. Para la evaluación del tema se tuvo en cuenta la sugerencia de

Montgomery (2002) referido a la necesidad de generar un escenario en el cual el evaluado pueda demostrar su estrategia de pensamiento, y abrir espacios para procesos y respuestas no previstos. Se debe garantizar un número adecuado de oportunidades para obtener evidencias y que los evaluados cuenten con una realimentación con puntos de vista diferentes.

Fase 3: Ejecución las acciones contenidas en la fase 2.

- **Objetivo de la acción:** Aplicar el sistema de métodos obtenido en la etapa anterior para contribuir al aprendizaje creativo en los estudiantes de ingeniería informática que potencie el aprendizaje creativo.
- **Acciones fundamentales:**
 - Garantizar los turnos de laboratorio: Los laboratorios son necesarios para el desarrollo de habilidades con los softwares necesarios para obtener los resultados esperados. Para ello es necesario coordinar la instalación de los mismos con la dirección de los laboratorios y garantizar los turnos de clases donde será instalado.
 - Garantizar en el colectivo de año los proyectos con los que se integrarán los contenidos de investigación de operaciones: La práctica laboral es dirigida por el coordinador de año y en ella deben integrarse todos los contenidos de las asignaturas. Durante la ejecución de la práctica deben resolverse problemas de las organizaciones informáticas del territorio que evidencien el cumplimiento del objetivo del año.

- Ejecutar las acciones planificadas en la fase anterior: La ejecución de las etapas anteriores no es una exigencia rígida ni debe ser impuesta. Siempre existirán inconvenientes debido a los niveles de desarrollo del estudiante, la solución que puedan dar a los proyectos, las tensiones entre la universidad y los espacios de aprendizaje donde transcurre la práctica laboral. Por ello, estas situaciones emergentes deben ser abordadas en el colectivo de año y de asignatura de manera que exista una solución colectiva de ellas.

Fase 4: Evaluación de las acciones contenidas en las fases anteriores.

- **Objetivo de la acción:** Aplicar el sistema de métodos obtenido en la etapa anterior para contribuir al aprendizaje creativo en los estudiantes de ingeniería informática que potencie el aprendizaje creativo.
- **Acciones fundamentales:**
 - Aplicar instrumentos que permitan diagnosticar el aprendizaje creativo de manera continua y sistemática que permita introducir acciones correctivas: la evaluación del aprendizaje creativo es un proceso complejo con más de 80 indicadores. Un único instrumento no debería ser capaz de resolver esta problemática sobre todo cuando se tratan de estudiantes. Se propone una encuesta a estudiantes, una entrevista a profesores, una encuesta a profesionales de la práctica, varias observaciones a la práctica y análisis documental de las pruebas parciales y los informes de práctica. Posteriormente se propone una

triangulación de método que permita su arribar a conclusiones finales sobre el aprendizaje creativo.

- Aplicar técnicas de obtención de información a estudiantes, profesores involucrados en la ejecución de la propuesta metodológica y a profesionales que atienden estudiantes en la práctica laboral durante toda la metodología: la aplicación de técnicas de satisfacción grupal permite obtener los criterios y señalamientos de cada persona involucrada en la metodología que les permita a los encargados de aplicarla para perfeccionarla. Las técnicas que se sugieren son el torbellino de ideas y la técnica de Iadov.
- En la fase de planificación aplicar un criterio de expertos para evaluar las acciones que se aplicarán en el segundo momento. Este método cualitativo permite obtener las opiniones de un conjunto de personas evaluadas como expertos. Estas opiniones deben ser consideradas por los encargados de aplicar la metodología para introducir los cambios que se consideren necesarios.

Conclusiones

En el contexto actual en que se desarrolla la formación de los ingenieros informáticos, es responsabilidad de la universidad promover un aprendizaje creativo. Esta responsabilidad es asumida por el colectivo de profesores de la asignatura Investigación de Operaciones y como fruto de su trabajo metodológico propone un nuevo diseño didáctico del tema Programación Lineal, donde se propone el desarrollo de actividades en las diferentes formas

de organización del proceso enseñanza aprendizaje que generen un ambiente que favorezca el aprendizaje creativo, donde se propicia el intercambio, la discusión y la retroalimentación.

El análisis documental realizado cumplió con las etapas desarrolladas en la literatura actual y se le añade una etapa para elaborar la propuesta. La aplicación del método en las tres bases de datos lleva a una búsqueda utilizando cuatro palabras claves que no llevó a la detección de investigaciones relacionadas con el aprendizaje creativo en la programación lineal.

La propuesta metodológica elaborada se estructura en cuatro fases que se eslabonan con carácter de sistema y transforman varios componentes del proceso de enseñanza aprendizaje. Una primera transformación propuesta está en los métodos a utilizar, destacándose el uso de los métodos problémicos. Otra de las transformaciones propuestas estructura un sistema de medios entre los que se destacan el uso de software para el soporte de los procesos educativos como el Moodle y paquetes de análisis. El último, es la introducción de la historia de la Programación Lineal y su relación con la informática como una vía para la personalización de la información.

Cada una de las fases de la propuesta metodológica está orientada a la estructuración del aprendizaje creativo teniendo en cuenta los procesos fundamentales. Parte de un diagnóstico que permite establecer y adecuar las acciones fundamentales de la propuesta metodológica que permita conocer las particularidades de los estudiantes y la preparación de los profesores para este empeño. De ese diagnóstico se estructuran acciones que se planifican y posteriormente se ejecutan en las condiciones propias de

cada universidad. Por último, se proponen acciones de retroalimentación que permitan determinar el impacto en los estudiantes y profesores de cada una de las fases anteriores.

La metodología propuesta contribuye al desarrollo del aprendizaje creativo en cuanto incita a los estudiantes a involucrarse en diversos espacios de aprendizaje que les permite contrastar información e ir más allá de lo dado en los contenidos de clases. A los profesores se les supera para atender las complejidades inherentes a la integración de varios enfoques de enseñanza de la investigación de operaciones. Desde la perspectiva de la integración de enfoques, el estudiante resuelve problemáticas reales y se inserta en procesos de informatización de organizaciones en los cuales puede contrastar ideas. Durante este proceso emergen sentidos subjetivos favorables a los modos de actuación de un ingeniero informático, así como hacia el trabajo en proyectos. Ello permite que personalice la información asociada a los contenidos de las asignaturas del año, así como las relacionadas con las metodologías y herramientas para desarrollar sistemas. Por último, todo problema y su solución conllevan a la producción de ideas nuevas para quien lo resuelve. Si el problema responde a un contexto real, entonces la solución será novedosa para el estudiante, para el equipo de desarrollo y para el cliente que recibe el beneficio de la informatización de sus procesos.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran no tener potenciales conflictos de interés con respecto a la investigación, autoría o publicación de este artículo.

Autoría y contribución de los autores

Maritza Petersson Roldán: Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Adquisición de fondos, Investigación, Metodología.

Walfredo González Hernández: Administración del proyecto, Recursos, Software, Visualización, Redacción – borrador original, y Redacción – revisión y edición

Agradecimientos

Se agradece al Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba por el financiamiento.

Referencias

- Bedregal-Alpaca, N., Laura-Ochoa, L., Delgado-Barra, L., & Guevara, K. (2024). Aprendizaje Activo y Taxonomía de Bloom en un proyecto de aplicación de la Programación Lineal: Una combinación efectiva. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação* (E73), 181-191. <https://tinyurl.com/h3e9235y>
- Beghetto, R. A. (2019). Large-Scale Assessments, Personalized Learning, and Creativity: Paradoxes and Possibilities. *ECNU Review of Education*, 2(3), 311-327. <https://doi.org/10.1177/2096531119878963>
- Beghetto, R. A. (2020). Creative learning in education. En M. L. Kern & M. L. Wehmeyer (Eds.), *The Palgrave handbook of positive education* (pp. 473-491). Springer. <https://tinyurl.com/yvix54xv>
- Blanco, R., Trinidad, M., Suárez-Cabal, M. J., Calderón, A., Ruiz, M., & Tuya, J. (2023, June). Can gamification

- help in software testing education? Findings from an empirical study. *The Journal of Systems & Software, 200*, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2023.111647>
- Ciriello, R., Richter, A., & Mathiassen, L. (2024, February). Emergence of creativity in IS development teams: A socio-technical systems perspective. *International Journal of Information Management, 74*, 102698 <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102698>
- Costello, E., Johnston, K., & Wade, V. (2023). Crowded house: An analysis of how the virtual learning environment Moodle is built via bug tracker participants. *Interactive Learning Environments, 31*(5), 2583-2593. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1678488>
- de Vink, I. C., Willemsen, R. H., Keijzer, R., Lazonder, A. W., & Kroesbergen, E. H. (2023). Supporting creative problem solving in primary geometry education. *Thinking Skills and Creativity, 48*, 101307. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101307>
- de-Almeida, P., & Mitjans Martínez, A. (2020). Emergencia del aprendizaje creativo. *Alternativas Cubanas en Psicología, 8*(23), 95-111. <https://tinyurl.com/45ct3udd>
- Díaz, Á., & Martínez, A. (2013). Creatividad y subjetividad: su expresión en el contexto escolar. *Diversitas: Perspectivas Psicológicas, 9*(2), 427-434. <https://tinyurl.com/84er8s35>
- Díaz, E., Vidal, J., Martínez, Y., Vázquez, A., Rodríguez, G., & Silva, N. (2023). Plataforma Moodle y la aplicación WhatsApp, recursos didácticos en tiempos de COVID-19. *RITI Journal, 11*(23), 1-12. <https://doi.org/10.36825/RITI.11.23.001>
- Fleer, M., González, F., & Veresov, N. (2017). Continuing the Dialogue: Advancing Conceptions of Emotions, Perezhivanie and Subjectivity for the Study of Human Development [Abstract]. In: M. Fleer, F. González Rey, & N. Veresov (Eds.), *Perezhivanie, Emotions and Subjectivity. Perspectives in Cultural-Historical Research* (vol 1, pp. 247-261). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-4534-9_12
- González, W. (2021). Los espacios de aprendizaje y las formas de organización de la enseñanza: Una caracterización desde la subjetividad. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación (REXE), 20*(42), 17-27. <https://doi.org/10.21703/rexe.20212042gonzalez18>
- González, W., Pettersson, M., & Moreno, M. (2024, June). Creative learning in final year students in computer engineering: A case study of the University of Matanzas. *Thinking Skills and Creativity, 52*, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101479>
- Huamán, O. (2015). *Método aprendizaje basado en problemas para desarrollar capacidades matemáticas en programación lineal nivel secundaria Huamanga Ayacucho* (Tesis de maestría). Universidad San Ignacio de Loyola. <https://tinyurl.com/yc7r2rt2>
- Hui-Wen, H. (2021). Effects of smartphone-based collaborative vlog projects on EFL learners' speaking performance

- ce and learning engagement. *Australasian Journal of Educational Technology*, 37(6), 18-40. <https://tinyurl.com/y5sb27vc>
- Ibarra, M., & Rodríguez, G. (2010). Aproximación al discurso dominante sobre la evaluación del aprendizaje en la universidad. *Educación Española*, 351, 385-407. <https://tinyurl.com/3j-tum2w9>
- Jiménez, F., Aguilera, M., Valdés, R., & Hernández, M. (2017). Migración y escuela: Análisis documental en torno a la incorporación de inmigrantes al sistema educativo chileno. *Psicoperspectivas. Individuo y Sociedad*, 16(1), 105-116. <https://doi.org/10.5027/psicoperspectivas-Vol16-Issue1-full-text-940>
- Jin, X., Jiang, Q., Xiong, W., Pan, X., & Zhao, W. (2022). Using the online self-directed learning environment to promote creativity performance for university students. *Educational Technology & Society*, 25(2), 130-147. <https://tinyurl.com/mw365pua>
- Kacis, Y., & Arzuaga, M. (2021, mayo-agosto). Formación de la habilidad modelar problemas de programación lineal. Análisis en el entorno virtual de enseñanza-aprendizaje. *Referencia Pedagógica*, 9(2), 162-174. <https://tinyurl.com/43fvp2th>
- König, K., Zeidler, S., Walter, R., Friedmann, M., Fleischer, J., & Vielhaber, M. (2023). Lightweight creativity methods for idea generation and evaluation in the conceptual phase of lightweight and sustainable design. *Procedia CIRP*, 119, 1170-1175. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.05.008>
- Liu, Y., & Pásztor, A. (2023, December). Survey on the influential demographic factors of Chinese undergraduate students' critical thinking disposition: Evidence from plausible values. *Thinking Skills and Creativity*, 50, 101397. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101397>
- López, C. (2023). Método Simplex en VBA: una propuesta didáctica para la enseñanza de la programación lineal. *Revista Científica de Ingenierías y Arquitectura*, 2(2), 38-57. <https://doi.org/10.56643/rcia.v2i2.168>
- Marciniak, R., & Cáliz Rivera, C. (2021). A system of indicators for the quality assessment of didactic materials in online education. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 22(1), 180-198. <https://tinyurl.com/2s4jpb5b>
- Marković, M., Pavlović, D., & Mamutović, A. (2021). Students' experiences and acceptance of emergency online learning due to COVID-19. *Australasian Journal of Educational Technology*, 37(5), 1-16. <https://tinyurl.com/2fc8uk6s>
- Medina, P., González, W., Robayo, D., López, G., & Freire, T. (2021). Metric to evaluate virtual courses: Case Ecuador. En 2021 XI International Conference on Virtual Campus (JICV). IEEE. <https://tinyurl.com/2ysupdbm>
- Mitjans, A. (2013, enero-junio). Aprendizaje creativo: Desafíos para la práctica pedagógica. *CS*, 11, 311-341. <https://tinyurl.com/47t4amu5>

- Mohamad, H., & Hassan, H. (2022). Creating meaningful learning experiences with active, fun, and technology elements in the problem-based learning approach and its implications. *Malaysian Journal of Learning & Instruction*, 19(1), 147-181. <https://doi.org/10.32890/mjli2022.19.1.6>
- Montgomery, K. (2002). Authentic tasks and rubrics: Going beyond traditional assessments in college teaching. *College Teaching*, 50(1), 34-39. <https://doi.org/10.1080/87567550209595870>
- Muzaini, M., Rahayuningsih, S., Ikram, M., & Az-Zahrah, F. (2023). Mathematical creativity: Student geometrical figure apprehension in geometry problem-solving using new auxiliary elements. *International Journal of Educational Methodology*, 9(1), 130-150. <https://doi.org/10.12973/ijem.9.1.139>
- Parga, D. (2018). Investigaciones en Colombia sobre libros de texto de química: Análisis documental. *TED*, 44, 111-128. <https://tinyurl.com/44yw-2c2a>
- Paxci, Y. (2017). *Entornos virtuales para el aprendizaje de programación lineal en estudiantes de secundaria* (Tesis de maestría). Universidad Nacional del Altiplano. <https://tinyurl.com/4umu7vz8>
- Raj, N. S., & Renumol, V. G. (2022). A systematic literature review on adaptive content recommenders in personalized learning environments from 2015 to 2020. *Journal of Computer in Education*, 9(1), 113-148. <https://doi.org/10.1007/s40692-021-00199-4>
- Roig, D., Molina, S., Parra, S., & García-Quiroga, M. (2022). Alcances y limitaciones de la participación infantil en orientaciones técnicas de programas ambulatorios SENAME: un análisis documental. *CUHSO*, 32(1), 310-334. <https://doi.org/10.7770/cuhso-v32n1-art2747>
- Salido, P. (2020). Metodologías activas en la formación inicial de docentes: Aprendizaje basado en proyectos (ABP) y educación artística. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 24(2), 1-24. <https://tinyurl.com/4bumefw3>
- Silva, G. (2015). *Elaboración de una guía didáctica para el aprendizaje y resolución de problemas de programación lineal por el método gráfico y analítico dirigido a los estudiantes de primero de bachillerato* (Tesis de maestría). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <https://tinyurl.com/4r528m23>
- Ssemugenyi, F. (2022). Trapped at the crossroads: Does problem-based learning make a difference? The moderating role of traditional mode of instruction. *Cogent Education*, 9(1), 1-19. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2022.2068398>
- Stephenson, L. (2023, March). Collective creativity and wellbeing dispositions: Children's perceptions of learning through drama. *Thinking Skills and Creativity*, 47, 101188. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101188>
- Swanzy-Impraim, E., Morris, J., Lummis, G., & Jones, A. (2023, August). An investigation into the role of innovative learning environments in foste-

- ring creativity for secondary visual arts programmes in Ghana. *Journal of Creativity*, 33(2), 100054. <https://doi.org/10.1016/j.yjoc.2023.100054>
- Wannapiroon, N., & Pimdee, P. (2022). Thai undergraduate science, technology, engineering, arts, and math (STEAM) creative thinking and innovation skill development: A conceptual model using a digital virtual classroom learning environment. *Educational Information Technology (Dordrecht)*, 27(4), 5689-5716. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10849-w>
- Witte, F. (2022). *Strategy, planning and organization of test processes: Basis for successful project execution in software testing* [Abstract]. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-36981-1>
- Wu, Y., Zhao, S., & Guo, R. (2021). A novel community answer matching approach based on phrase fusion heterogeneous information network. *Information Processing & Management*, 58(1), Article 102408. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2020.102408>
- Yang, X. (2023). Creating learning personas for collaborative learning in higher education: A Q methodology approach. *International Journal of Educational Research Open*, 4, 100250. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2023.100250>
- Zaragoza, O., & Gutiérrez, M. P. (2019, julio-diciembre). Efecto de la certificación docente en el cambio de las prácticas pedagógicas: Un análisis documental. *Diálogos sobre Educación*, 19, 1-16. <https://doi.org/10.32870/dse.v0i19.501>
- Zhan, Z., He, L., Tong, Y., Liang, X., Guo, S., & Lan, X. (2022). The effectiveness of gamification in programming education: Evidence from a meta-analysis. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, Article 100096. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100096>

Para referenciar este artículo utilice el siguiente formato:

Petterson, M., & González, W. (2025, enero-junio). Propuesta metodológica del tema de la programación lineal para la carrera de Ingeniería Informática. *Yachana Revista Científica*, 14(1), 48-69. <https://doi.org/10.62325/10.62325/yachana.v14.n1.2025.948>