

Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Informática

Diseño y evaluación de un método para la enseñanza de estructuras de datos basado en programación competitiva

Tesis

Que como parte de los requisitos
para obtener el Grado de

Doctora en Innovación en Tecnología Educativa

Presenta

Erika Rossana Llanes Castro

Dirigido por:

Dra. Adelina Morita Alexander

Querétaro, Qro. a 5 de noviembre de 2026

REPOSITORIO INSTITUCIONAL DGBSDI-UAQ

La presente obra está bajo la licencia:
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es

CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:

Atribución — Usted debe dar crédito de manera adecuada , brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios . Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.

NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales .

SinDerivadas — Si remezcla, transforma o crea a partir del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una excepción o limitación aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como publicidad, privacidad, o derechos morales pueden limitar la forma en que utilice el material.

Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Informática

Doctorado en Innovación en Tecnología Educativa

Diseño y evaluación de un método para la enseñanza de estructuras de datos basado en programación competitiva

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado

Doctora en Innovación en Tecnología Educativa

Presenta

Erika Rossana Llanes Castro

Dirigido por:

Dra. Adelina Morita Alexander

Dra. Adelina Morita Alexander
Presidente

Dr. Alexandro Escudero Nahón
Secretario

Dra. Lizzie Edmea Narváez Díaz
Vocal

Dra. Ma. Teresa García Ramírez
Suplente

Dr. Carlos Andrés Miranda Palma
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Noviembre 2026
México

DEDICATORIAS

A Dios, por ser mi principio y fin, fortaleza y esperanza en cada paso de mi vida.

A mi esposo, por su amor y apoyo incondicional, por acompañarme con paciencia y confianza durante esta travesía.

A mis hijos, por ser mi inspiración y la razón que da sentido a cada esfuerzo y logro.

A mis hermanos y familia, por su cariño y constante aliento. Este logro es también el reflejo de su apoyo y de la fuerza que encuentro en cada uno de ustedes.

A mi madre por su amor eterno y ejemplo, que han marcado mi vida.

A mi padre, que me acompañó e inspiró en este camino y que partió antes de verme concluirlo. Este logro es también suyo.

A todos ustedes, gracias por ser parte de este sueño que hoy se convierte en realidad.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo fue posible gracias al apoyo financiero del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT, ahora SECIHTI) a través de la beca de doctorado otorgada con número de CVU 180101.

A mi directora de tesis, Dra. Adelina Morita Alexander le agradezco profundamente el conocimiento compartido, la confianza depositada en mí y sus palabras de aliento, su apoyo fue esencial para la realización de este trabajo de investigación.

A la Dra. Lizzie Edmea Narvéz Díaz y al Dr. Alexandro Escudero Nahón, miembros de mi comité tutorial, por sus conocimientos, experiencia y retroalimentación que contribuyeron significativamente al fortalecimiento y mejora de este trabajo.

A la Dra. María Teresa García Ramírez y al Dr. Carlos Andrés Miranda Palma, integrantes del sínodo revisor, por su tiempo y dedicación, sus valiosas aportaciones enriquecieron el desarrollo de esta investigación.

A mi tutora académica, Dra. Sandra Cachola, por su calidez, consejos y disposición para acompañarme en este trayecto académico. Su apoyo y orientación fueron fundamentales en mi proceso formativo.

A la Facultad de Informática de la Universidad Autónoma de Querétaro, por su calidad académica, los recursos tecnológicos y el apoyo recibido durante mi formación, los cuales hicieron posible una experiencia de aprendizaje significativa y transformadora.

A mis colegas y amigos, por las experiencias, aprendizajes y palabras de ánimo que contribuyeron a mi crecimiento personal y profesional durante esta etapa de mi vida.

A mis estudiantes, por su disposición, compromiso y colaboración en las actividades académicas. La aportación de sus experiencias y percepciones fue fundamental para el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIAS ---------- iii
AGRADECIMIENTOS ---------- iv
ÍNDICE ---------- v
ÍNDICE DE TABLAS ---------- vii
ÍNDICE DE FIGURAS ---------- viii
RESUMEN ---------- x
ABSTRACT ---------- xii
1. INTRODUCCIÓN ---------- 14
1.1 Problemática ---------- 18
1.2 Evidencia teórica del problema ---------- 23
1.3 Programación competitiva como estrategia pedagógica ---------- 25
1.4 Pregunta de investigación ---------- 28
1.5 Supuestos ---------- 29
1.6 Objetivos ---------- 30
2. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO ---------- 31
2.1 Fundamentos de estructuras de datos ---------- 31
2.1.1 Conceptos y definiciones de estructuras de datos ---------- 31
2.1.2 Clasificación de las estructuras de datos ---------- 32
2.1.3 Estructuras de datos en LIS de la UMT ---------- 33
2.1.4 Complejidad y eficiencia algorítmica ---------- 35
2.2 Programación competitiva ---------- 36
2.2.1 Conceptos de programación competitiva ---------- 36
2.2.2 Certámenes relevantes de programación competitiva ---------- 36
2.2.3 Plataformas de programación competitiva ---------- 38
2.3 Métodos de enseñanza de estructuras de datos ---------- 39
2.4 Relevancia de la programación competitiva en la educación ---------- 43
3. MÉTODOS Y MATERIALES ---------- 46
3.1 Tipo y Enfoque de la investigación ---------- 46
3.2 Diseño de la investigación ---------- 47

3.3 Población y participantes ---------- 48
3.4 Instrumentos de recolección ---------- 49
3.5 Procedimientos de recolección ---------- 51
3.6 Consideraciones éticas ---------- 53
3.7 Limitaciones y Delimitaciones de la investigación ---------- 53
3.8 Propuesta: Método de Enseñanza Basado en Programación Competitiva ------ 54
4. RESULTADOS ---------- 59
4.1 Resultados Cuantitativos ---------- 59
4.1.1 Análisis de actas de examen ---------- 59
4.1.2 Análisis del cuestionario de percepción ---------- 70
4.1.3 Análisis del cuestionario de motivación ---------- 81
4.2 Resultados Cualitativos ---------- 92
4.2.1 Análisis de las respuestas a la pregunta abierta ---------- 92
4.2.2 Análisis del grupo focal ---------- 92
4.2.3 Análisis de las observaciones ---------- 94
4.2.4 Análisis de la entrevista en profundidad ---------- 95
4.3 Triangulación de resultados ---------- 98
5. DISCUSIÓN ---------- 103
6. CONCLUSIONES ---------- 107
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ---------- 109
ANEXOS ---------- 115
Anexo 1. Cuestionario de percepción ---------- 115
Anexo 2. Cuestionario MSLQ adaptado ---------- 118
Anexo 3. Guia de la entrevista en profundidad ---------- 122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Niveles de dominio para la acreditación de una asignatura* ---------- 18
Tabla 2 *Aprovechamiento académico en Estructuras de Datos de 2018 hasta 2023* --- 18
Tabla 3 *Estructuras de datos y sus definiciones* ---------- 33
Tabla 4 *Matriz de operacionalización de variables* ---------- 46
Tabla 5 *Población y participantes en estudio por período académico* ---------- 48
Tabla 6 *Número de alumnos por escalas de dominio y por método de enseñanza* ------ 60
Tabla 7 *Porcentaje de alumnos por escalas de dominio* ---------- 61
Tabla 8 *Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk por grupo* ---------- 66
Tabla 9 *Resultados de la prueba U de Mann-Whitney y del tamaño del efecto por período académico y acumulado* ---------- 70
Tabla 10 *Componente de valor por subescalas* ---------- 81
Tabla 11 *Componente de expectativa por subescalas* ---------- 82
Tabla 12 *Componente afectivo por ítems* ---------- 83
Tabla 13 *Porcentaje de estudiantes según nivel de motivación por cohorte* ---------- 88
Tabla 14 *Porcentaje de estudiantes por nivel de ansiedad* ---------- 91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Competencias genéricas declaradas en el MEFI de la UADY* ---------- 21

Figura 2 *Estructura del método de enseñanza basado en programación competitiva* --- 54

Figura 3 *Comparación de calificaciones finales por método de enseñanza y período académico* ---------- 62

Figura 4 *Distribución de calificaciones por método de enseñanza* ---------- 63

Figura 5 *Mapa de correspondencia entre cohortes y nivel de dominio* ---------- 64

Figura 6 *Resultados de prueba de normalidad Shapiro-Wilk para las calificaciones del MET por período académico y acumulado* ---------- 65

Figura 7 *Resultados de prueba de normalidad Shapiro-Wilk para las calificaciones del MEBPC por período académico y acumulado* ---------- 66

Figura 8 *Prueba paramétrica U de Mann-Whitney para la comparación de muestras de calificaciones entre MET y MEBPC por intervención acumulada* ---------- 67

Figura 9 *Cálculo del tamaño de efecto entre MET y MEBPC por intervención acumulada* ---------- 68

Figura 10 *Bloque 1: Frecuencias del nivel de comprensión de las estructuras con el MEBPC* ---------- 71

Figura 11 *Bloque 1: Porcentajes del nivel de comprensión de las estructuras con el MEBPC* ---------- 71

Figura 12 *Bloque 1: Nivel de comprensión de las estructuras con el MEBPC, 2024 - 2026* ---------- 72

Figura 13 *Bloque 2: Frecuencias sobre la percepción de eficacia del MEBPC* ---------- 73

Figura 14 *Bloque 2: Porcentajes sobre la percepción de eficacia del MEBPC* ---------- 74

Figura 15 *Bloque 2: Percepción de la eficacia del método MEBPC, 2024 - 2026* ---------- 75

Figura 16 *Bloque 3: Frecuencias sobre el atractivo y la pertinencia del MEBPC* ---------- 75

Figura 17 *Bloque 3: Porcentajes sobre el atractivo y la pertinencia del MEBPC* ---------- 76

Figura 18 *Bloque 3: Percepción del atractivo y la pertinencia del MEBPC, 2024 - 2026* -- 77

Figura 19 *Bloque 4: Frecuencias sobre el propio esfuerzo y el compromiso con el curso* 78

Figura 20 *Bloque 4: Porcentajes sobre el propio esfuerzo y el compromiso con el curso* - 78

Figura 21 *Bloque 4: Percepción del propio esfuerzo y el compromiso 2024 - 2026* -------- 79

Figura 22 *Perfil motivacional MSLQ hacia el curso Estructuras de Datos 2024* ---------- 84

Figura 23 *Perfil motivacional MSLQ hacia el curso Estructuras de Datos 2025* ---------- 84

Figura 24 *Perfil motivacional MSLQ hacia el curso Estructuras de Datos 2026* ---------- 85
Figura 25 *Componentes de la motivación hacia el curso Estructuras de Datos por cohorte* ---------- 86
Figura 26 Motivación hacia el curso Estructuras de Datos por cohorte ---------- 89
Figura 27 *Componente afectivo hacia el curso Estructuras de Datos por cohorte* ---------- 91

RESUMEN

La enseñanza de estructuras de datos enfrenta diversos retos recurrentemente: baja motivación, dificultad para comprender conceptos abstractos, escasa práctica y bajo rendimiento académico. Estas limitaciones evidencian la insuficiencia del método tradicional y la necesidad de incorporar estrategias didácticas innovadoras. Esta investigación aborda, desde un enfoque mixto, el diseño y evaluación de un método para la enseñanza de estructuras de datos basado en programación competitiva (MEBPC), orientado a mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería de Software de la Universidad Autónoma de Yucatán. Para determinar la eficacia del MEBPC se consideraron las variables rendimiento académico, motivación y percepción de los estudiantes. El método se diseñó e implementó durante tres períodos lectivos utilizando la plataforma omegaUp y competencias de programación en el aula y se comparó con el método tradicional (MET) aplicado en tres cohortes previas. En el componente cuantitativo, se aplicó la prueba U de Mann-Whitney para analizar el rendimiento académico evaluando si existen diferencias entre el MEBPC y el MET de acuerdo con la hipótesis planteada. Se emplearon un instrumento desarrollado por la investigadora para evaluar la percepción y un instrumento adaptado del MSLQ (Motivated Strategies for Learning Questionnaire) para evaluar motivación y ansiedad. El análisis descriptivo exploratorio evidenció una percepción positiva del MEBPC, destacando su eficacia, atractivo y pertinencia, así como un nivel moderado-alto de motivación y moderado de ansiedad en los estudiantes tras la aplicación del método. En el componente cualitativo, se realizaron grupos focales, observación participante y una entrevista en profundidad, los cuales evidenciaron una percepción favorable hacia el método, mayor compromiso y fortalecimiento de habilidades técnicas, con manifestaciones concretas de este impacto fuera del aula. De acuerdo con la prueba U de Mann-Whitney, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los métodos; no obstante, los instrumentos de percepción y motivación, así como los hallazgos cualitativos, evidenciaron consistentemente un efecto positivo del MEBPC

en la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. El tamaño reducido de la muestra y el carácter contextual de la intervención limitan la generalización de los hallazgos, por lo que se recomienda ampliar el estudio a futuras cohortes y contextos institucionales.

Palabras clave: Ingeniería de Software, Método de enseñanza, Programación competitiva, Estructuras de datos.

ABSTRACT

Teaching data structures presents several persistent challenges, including low student motivation, difficulties in understanding abstract concepts, insufficient opportunities for practice, and low academic performance. These challenges highlight the limitations of traditional teaching methods and the need for innovative pedagogical strategies. This study employed a mixed-methods approach to design and evaluate a competitive programming-based method for teaching data structures (MEBPC), aimed at enhancing the learning experience of Software Engineering students at the Autonomous University of Yucatán, Mexico. The effectiveness of MEBPC was examined in terms of academic performance, student motivation, and student perceptions. The method was designed and implemented over three academic terms using the OmegaUp platform and in-class programming contests. Its outcomes were compared with those of the traditional teaching method (MET), previously implemented with three cohorts. In the quantitative phase, the Mann–Whitney U test was used to compare academic performance between MEBPC and MET in accordance with the study hypothesis. Student perceptions were assessed using an instrument developed by the researcher, while motivation and anxiety were measured using an instrument adapted from the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). Exploratory descriptive analyses revealed favorable student perceptions of MEBPC, particularly regarding its perceived effectiveness, appeal, and relevance. Students also reported moderate-to-high levels of motivation and moderate levels of anxiety following the implementation of the method. The qualitative phase involved focus groups, participant observation, and an in-depth interview. The findings indicated favorable perceptions of the method, increased student engagement, and the development of technical skills, with concrete evidence of these outcomes extending beyond the classroom. The Mann–Whitney U test revealed no statistically significant differences in academic performance between the two teaching methods. Nevertheless, findings from the perception and motivation instruments, together with the qualitative evidence, consistently

suggested that MEBPC had a positive effect on students' learning experiences. The small sample size and context-specific nature of the intervention limit the generalizability of these findings. Further research involving additional cohorts and institutional contexts is therefore recommended.

Keywords: Software Engineering, Teaching Method, Competitive Programming, Data Structures.

1. INTRODUCCIÓN

En la Educación Superior, el proceso de enseñanza - aprendizaje de la programación de computadoras enfrenta desafíos significativos tanto para docentes como para estudiantes, ya que como afirman Kuz & Ariste (2022), la dificultad de la programación proviene de la necesidad de entender conceptos abstractos que son difíciles de asimilar por no tener referentes concretos que el estudiante pueda experimentar.

La programación de computadoras precisa desarrollar habilidades de alto orden en los educandos, conceptos abstractos como los algoritmos y las estructuras de datos son frecuentemente difíciles de visualizar y comprender, en consecuencia, altos índices de fracaso académico son comunes en asignaturas relacionadas con esta temática (Fiallos et al., 2022).

Habitualmente, en el currículo formativo de las carreras de tecnología como Ingeniería de Software se contemplan, en los primeros semestres, asignaturas que abordan los fundamentos de programación, estos cursos se integran de manera progresiva para desarrollar en los estudiantes habilidades claves que les permitan diseñar, implementar y analizar soluciones informáticas eficientes a problemas complejos (Nazir et al., 2019).

En el caso de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), el diseño curricular de la Licenciatura en Ingeniería de Software (LIS) se sustenta en los lineamientos internacionales establecidos por la Association for Computing Machinery (ACM) y el Institute of Electrical and Electronics Engineers Computer Society (IEEE-CS), organismos que desde 1991 han producido de manera conjunta guías curriculares para las distintas disciplinas de la computación. En este marco, el *Software Engineering Body of Knowledge* (SEEK), desarrollado por el IEEE/ACM, organiza el conocimiento esencial de la disciplina en diez áreas de conocimientos bien delimitadas, entre las cuales los Fundamentos de Computación ocupan un lugar central que incluyen explícitamente asignaturas que dotan al estudiante de los

cimientos científicos y técnicos necesarios para diseñar y construir software, desarrollando progresivamente la capacidad de convertir una propuesta de solución en un producto de software funcional mediante el uso de técnicas y herramientas especializadas (Díaz et al., 2018). En congruencia con estos referentes internacionales, la LIS de la UADY ubica en esta área de conocimientos las asignaturas de Algoritmia, Programación Estructurada, Programación Orientada a Objetos y en el cuarto semestre, la asignatura Estructuras de Datos, respondiendo a una lógica de progresión curricular que proporciona al estudiante el andamiaje cognitivo necesario para abordar el análisis, diseño e implementación de las estructuras de datos, objeto de estudio de la asignatura en cuestión.

Asignaturas introductorias para la enseñanza de la programación

Las asignaturas de Algoritmia, Programación y Estructuras de Datos constituyen tres disciplinas esenciales que proveen un marco conceptual robusto para que los estudiantes evolucionen desde la concepción abstracta de la solución hasta su implementación práctica y optimizada. A continuación, se presenta la intencionalidad de cada una de estas asignaturas.

Algoritmia busca fortalecer la habilidad del estudiante para pensar de manera lógica y estructurada, descomponer un problema en pasos manejables y desarrollar soluciones óptimas. Se enfoca en el diseño, análisis y optimización de algoritmos que resuelvan problemas específicos.

Por su parte, Programación tiene por objetivo desarrollar la habilidad del estudiante para convertir los algoritmos diseñados en códigos que una computadora pueda entender y ejecutar, por medio de lenguajes de programación básicos y posteriormente avanzados. En este proceso el estudiante aborda los paradigmas de programación estructurada y orientada a objetos, lo que le permite aplicar diferentes enfoques en la resolución de problemas computacionales.

Finalmente, Estructuras de Datos tiene como propósito consolidar en el estudiante la capacidad para comprender la forma más adecuada de organizar y acceder a los

datos según los requerimientos del problema. Las estructuras de datos son fundamentales porque permiten gestionar la información de manera adecuada, permiten optimizar operaciones y mejorar el rendimiento general de un programa. Una correcta elección de la estructura puede simplificar la complejidad de un problema y reducir el uso de recursos como tiempo y memoria (Bende, 2022).

La complejidad inherente de la programación, así como la necesidad de desarrollar habilidades de pensamiento superior como el razonamiento lógico, la resolución de problemas complejos y la comprensión de conceptos abstractos, convierten el proceso de aprendizaje en un reto con altas tasas de frustración, reprobación e incluso deserción.

A nivel institucional, en el caso de la asignatura Estructura de Datos del cuarto semestre de la Licenciatura en Ingeniería de Software en la Unidad Multidisciplinaria Tizimín (UMT) de la Universidad Autónoma de Yucatán, los resultados, considerando el rendimiento académico grupal, en los períodos 2018 al 2023, son poco alentadores.

A partir de esta evidencia, resulta inminente explorar nuevos métodos de enseñanza que conecten con las necesidades prácticas y cognitivas de los estudiantes. Al respecto, se propuso un método de enseñanza de estructuras de datos basado en programación competitiva que motive a los estudiantes a desarrollar soluciones óptimas con las diferentes estructuras de datos y algoritmos estudiados en el curso. Para la implementación del método se seleccionó la plataforma educativa de programación competitiva llamada omegaUp y se diseñó un conjunto de problemas selectos con ciertas restricciones de tiempo y memoria. La creación de este espacio de práctica es un aspecto fundamental en el método propuesto con el fin de aumentar el entrenamiento efectivo y autónomo de los alumnos de LIS en la UMT.

La programación competitiva se define como un deporte mental enfocado en el desarrollo de soluciones algorítmicas óptimas en un tiempo límite. Las soluciones

recibidas por el juez en línea son evaluadas con base a ciertas restricciones de tiempo y memoria y con retroalimentación de forma automática e instantánea.

1.1 Problemática

La investigación se llevó a cabo en el contexto de la asignatura Estructuras de Datos que se imparte en el cuarto semestre de la LIS en la UMT con el fin de realizar cambios que favorezcan el proceso de enseñanza de los conceptos que aborda.

Cabe señalar que la UADY considera que, para acreditar una asignatura en el nivel de bachillerato y licenciatura, el estudiante debe obtener 70 puntos o más y este se relaciona con los niveles de dominio como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Niveles de dominio para la acreditación de una asignatura

Puntaje	Categoría
90 – 100	Sobresaliente (SS)
80 – 89	Satisfactorio (SA)
70 – 79	Suficiente (S)
00 – 69	No acreditado (NA)

Nota. Tomado del Modelo Educativo para la Formación Integral (p. 107) por UADY, 2022.

Con base a las actas de examen emitidas al final de cada curso y a los niveles de dominio que establece la UADY, en un lapso de seis períodos lectivos, de 2018 a 2023, el aprovechamiento académico de los estudiantes ha sido en promedio suficiente (S), ver Tabla 2.

Tabla 2

Aprovechamiento académico en Estructuras de Datos de 2018 hasta 2023

Año	# alumnos	Promedio grupal	Nivel de dominio
2018	9	70	Suficiente (S)
2019	13	71	Suficiente (S)
2020	18	77	Suficiente (S)
2021	12	91	Sobresaliente (SS)

2022	24	73	Suficiente (S)
2023	17	80	Satisfactorio (SA)

Nota. Datos tomados del Sistema de Información y Control Escolar Institucional de la UADY.

Para impartir la asignatura en los períodos referidos, se utilizó el método de enseñanza tradicional (MET), es decir, el docente presentó de manera expositiva los contenidos lógicamente estructurados por tema, posteriormente los estudiantes realizaron actividades prácticas ya sea ejercicios con lápiz y papel o prácticas de programación en computadora, de forma individual o por equipos para reforzar los conceptos teóricos estudiados. Todas las actividades se orientaron a que el estudiante comprenda el concepto y la funcionalidad de cada estructura de datos. También se implementaron las operaciones básicas de cada estructura y sus aplicaciones más comunes. Sin embargo, este método no promueve el análisis de la complejidad computacional de los algoritmos en términos de eficiencia, ni admite suficiente práctica para identificar la estructura óptima en la resolución de diversos problemas.

Además del bajo aprovechamiento académico en la asignatura Estructuras de Datos impartida con el método MET, se consideraron otras situaciones en el desempeño de los alumnos:

1. Por falta de compromiso de algunos miembros, se observó poca colaboración en el desarrollo de prácticas de programación por equipos.
2. El estudio de modo aislado de las estructuras de datos y sus operaciones no estimula la reflexión sobre la aplicabilidad de la estructura adecuada en la solución de un problema en particular.
3. Los alumnos pierden el interés y el compromiso en el aprendizaje de las estructuras de datos.
4. Los alumnos no reciben retroalimentación inmediata en la entrega de programas, ya que es una tarea que demanda bastante tiempo para la revisión y ejecución manual de varios casos de prueba.

5. Es escasa la participación de los alumnos en los diferentes certámenes para estudiantes de ingeniería de software, así como en actividades dirigidas a ganar experiencia profesional en el campo laboral.

Para situar el problema, se presenta el objetivo general del plan de estudios de la Licenciatura en Ingeniería de Software el cual contempla:

“Formar profesionales en el proceso de desarrollo y la evolución de sistemas de software de pequeña a gran escala, que solucionen problemas en diferentes áreas de aplicación, utilizando las herramientas adecuadas para optimizar los recursos de tiempo y costo, con apego a la ética profesional” (Facultad de Matemáticas UADY, 2016, p. 47).

Asimismo, en el Plan de Estudios de la LIS se declara la competencia de la asignatura Estructuras de Datos de la siguiente forma “Emplea las estructuras de datos lineales o no lineales en el desarrollo de software de aplicación de pequeña a mediana escala, para el manejo eficiente de la información” (Facultad de Matemáticas UADY, 2016, p.157).

Lo anterior se alinea con lo indicado en Joyanes & Zahonero (2008) quienes establecen que la importancia de estudiar las estructuras de datos radica en poder diseñar programas más eficientes, considerando la eficiencia en términos de tiempo, recursos, costo, etc. En este sentido se destaca que, aunque se reconoce la eficiencia como un objetivo relevante, el método tradicional se centra en la resolución del problema y deja en segundo plano el análisis de la eficiencia de las soluciones y el diseño de programas óptimos.

Como se puede apreciar, por la tasa de aprovechamiento en Estructuras de Datos en los períodos del 2018 al 2023 y los resultados obtenidos con el método MET, tiene sentido una propuesta de intervención que permita mejorar el proceso de enseñanza de la asignatura en cuestión.

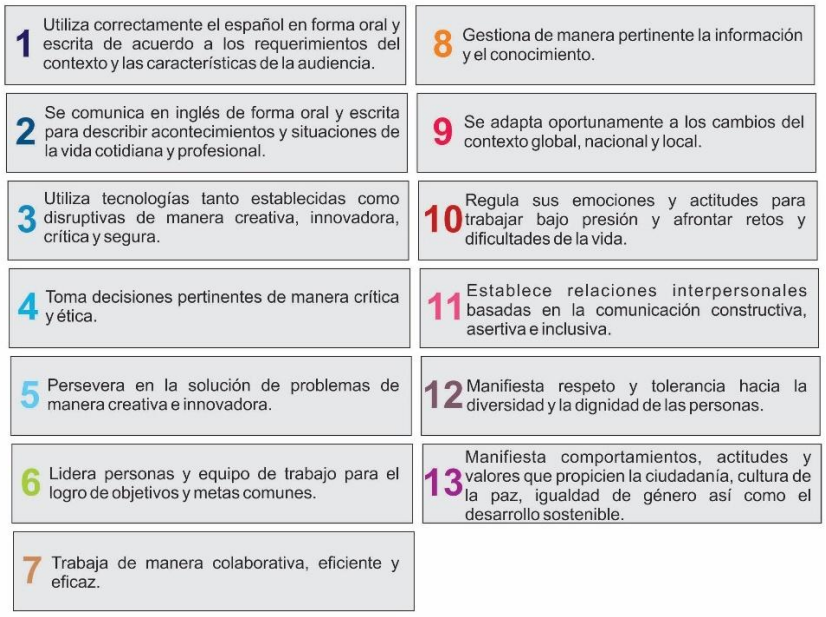
Estas experiencias de aprendizaje tienen como objetivo incrementar el rendimiento académico de los estudiantes, de un nivel de dominio Suficiente (S) a un nivel de

dominio Satisfactorio (SA) de acuerdo con UADY (2022). El rendimiento académico, determinado a partir de la calificación final que el estudiante obtiene en la asignatura, es un indicador que en el contexto del estudio expresa el grado en el que el estudiante ha alcanzado la competencia de la asignatura Estructuras de Datos.

Desde esta óptica, este trabajo presenta el diseño, aplicación, evaluación y análisis de un nuevo método de enseñanza de estructuras de datos basado en programación competitiva (MEBPC) que además promueva la motivación y algunas de las competencias genéricas listadas en la Figura 1, que la UADY declara fundamentales en su Modelo Educativo para la Formación Integral (MEFI) en el desempeño personal, profesional y social de los estudiantes.

Figura 1

Competencias genéricas declaradas en el MEFI de la UADY



Nota. Adaptado del Modelo Educativo para la Formación Integral (p. 51) por UADY, 2022.

La implementación del método MEBPC busca, además, el acercamiento de los estudiantes a los concursos de programación propiciando que se habitúen al enfoque particular de estos certámenes. Se espera que este conocimiento exhorte al estudiante a integrarse de manera natural a este tipo de eventos y la experiencia positiva lo motive a continuar participando. Nair (2020) plantea la necesidad de implementar estrategias educativas innovadoras que preparen mejor a los estudiantes para el mercado laboral e indica que la programación competitiva mejora las capacidades de resolución de problemas, programación, creatividad, innovación, competencias profesionales relacionadas con la empleabilidad de igual forma para Friss & Luna (2022) estas actividades ayudan a los ingenieros de software a obtener buenas oportunidades laborales.

En este estudio se utilizó la plataforma educativa de programación competitiva desarrollada en México, omegaUp (https://omegaup.com/), donde se diseñó un espacio con un conjunto de problemas selectos con ciertas restricciones de tiempo y de recursos, para motivar a los estudiantes a desarrollar soluciones óptimas con las diferentes estructuras de datos y algoritmos estudiados durante el curso.

Las dificultades señaladas en la enseñanza de estructuras de datos no son exclusivas de la Unidad Multidisciplinaria Tizimín. A continuación, se presentan algunas investigaciones previas que identificaron desafíos similares a los mencionados en este estudio, así como las estrategias pedagógicas que implementaron como solución.

1.2 Evidencia teórica del problema

Una vez establecido el contexto de la problemática de esta investigación, resulta fundamental examinar la evidencia disponible en la literatura. Los trabajos que se presentan son una muestra de estudios previos que abordan dificultades similares en la enseñanza de estructuras de datos.

En el ámbito internacional, Lawrence (2004) abordó el problema de la falta de motivación y la dificultad que tienen los estudiantes para completar adecuadamente los proyectos de programación en su curso de estructuras de datos. En su estudio empleó la programación competitiva en el proyecto final de la asignatura para comprobar que la sana competencia estimula a los alumnos a comprometerse con el proceso de aprendizaje y que las tareas suficientemente desafiantes e interesantes logran su participación. Destacó que la motivación es un factor preponderante para el éxito de un estudiante en un curso. El proyecto final consistió en elaborar durante tres semanas la inteligencia de un juego de mesa en el que cada robot debería hacer los movimientos correctos, que el juego funcione correctamente, y evaluar que tan bien juega contra los robots predefinidos por el profesor y por otros alumnos en un ambiente de torneo pedagógico. Durante el desarrollo del proyecto se demostró que el ambiente competitivo aumentó el esfuerzo de los estudiantes para mejorar sus habilidades de programación.

De manera progresiva, Soler & Lezcano (2008) identificaron el problema que tienen los estudiantes para seleccionar y diseñar estructuras de datos adecuadas para representar la información y escribir algoritmos óptimos debido a una inadecuada vinculación entre los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura. Para resolver esta problemática los autores promovieron el uso de mapas conceptuales, con la herramienta CmapTools para organizar los contenidos de la asignatura de modo jerárquico, facilitar la comprensión progresiva y el autoaprendizaje. Estos mapas integraron recursos multimedia, simulaciones, ejercicios, y bibliografía que permitieron a los estudiantes explorar de manera interactiva los conceptos clave de estructuras de datos y algoritmos, mejorar su capacidad para seleccionar

estructuras de datos adecuadas y la aplicación eficiente de algoritmos. Esto contribuyó a una mayor calidad en sus proyectos de curso y una comprensión más profunda de los conceptos.

En estudios más recientes, Dicheva et al. (2019) abordó el problema de la baja motivación de los estudiantes para participar en actividades de aprendizaje autónomo fuera del aula, lo que afecta negativamente su rendimiento en cursos que requieren práctica intensiva. Para mitigar el problema, se implementó OneUp, una plataforma de gamificación que fomenta el autoaprendizaje y la práctica independiente mediante el uso de elementos de juego como avatares, insignias, tablas de clasificación y monedas virtuales. El objetivo fue aumentar la motivación de los estudiantes para realizar ejercicios prácticos y mejorar su rendimiento en el curso de estructuras de datos. Los resultados mostraron que la gamificación mejoró significativamente la participación de los estudiantes, redujo la tasa de fracaso y mostró mejora en las calificaciones finales.

Finalmente Barczak et al. (2023) identificó que la dificultad de proporcionar retroalimentación inmediata y efectiva a los estudiantes en cursos de programación debido a la alta carga de trabajo asociada con la corrección manual de tareas y la falta de consistencia en la evaluación por parte de los docentes afectaba negativamente el aprendizaje de los estudiantes de conceptos clave en estructuras de datos y algoritmos. Como estrategia, utilizaron la retroalimentación automatizada para la evaluación de código. Implementaron Automarker, un sistema de evaluación automatizado en un curso de enseñanza de estructuras de datos y Algoritmos que permitió a los estudiantes mejorar sus habilidades de programación a través de prácticas repetidas y también redujo la carga de trabajo de los profesores.

Los trabajos presentados demuestran que los desafíos en la enseñanza de las estructuras de datos no son un fenómeno aislado sino una dificultad generalizada en la formación de profesionales de la computación. Los principales problemas relacionados con la falta de motivación, dificultad para desarrollar pensamiento algorítmico, las limitaciones para la comprensión de conceptos abstractos,

insuficientes ejercicios prácticos que consoliden los conceptos aprendidos y la desconexión entre la teoría y la práctica evidencian la poca efectividad del enfoque tradicional y la necesidad de incorporar estrategias didácticas innovadoras. En respuesta a los retos que plantea la enseñanza de las estructuras de datos, en la siguiente sección se aborda una herramienta efectiva que ha demostrado resultados prometedores: la programación competitiva.

1.3 Programación competitiva como estrategia pedagógica

La programación competitiva constituye un marco metodológico que involucra tanto los recursos tecnológicos como las dinámicas de gamificación y colaboración. Articula diversos componentes como la plataforma de evaluación automática para la retroalimentación inmediata y para la práctica autónoma, componentes motivacionales como las competencias de programación, tablas de puntuación y trabajo colaborativo en la resolución de problemas.

En este contexto, los siguientes estudios exploran cómo esta estrategia no solo fomenta el desarrollo de habilidades técnicas y el razonamiento lógico, sino que también incrementa el compromiso y la motivación de los estudiantes, transformando potenciales dificultades en oportunidades de aprendizaje activo.

El estudio de Revelo-Sánchez et al. (2018) evidenció que la programación competitiva desarrolla en los estudiantes habilidades como pensamiento crítico, argumentación efectiva y liderazgo, asimismo aumenta su motivación para resolver problemas y el compromiso con sus compañeros de equipo.

En ese sentido Moreno & Pineda (2018) proponen un modelo de referencia para crear cursos basados en programación competitiva y gamificación, los resultados experimentales de su caso de estudio evidenciaron que este modelo permite abordar muchos problemas relacionados con la falta de retroalimentación adecuada.

Por consiguiente, para Bandeira et al. (2019) la implementación de la programación competitiva como enfoque pedagógico promueve en los estudiantes la búsqueda

autónoma de soluciones, disminuyendo la carga docente asociada con la evaluación de tareas. En este mismo sentido Hidalgo-Céspedes et al. (2020) afirman que los evaluadores automáticos representan una herramienta valiosa en actividades vinculadas con la programación competitiva, la selección de personal y la enseñanza de programación.

También Fracchia & Bramardi (2021) mencionan que los torneos de programación permiten combinar la competencia entre equipos con el trabajo colaborativo, promoviendo la motivación y el aprendizaje significativo en programación. Los autores reportaron que los estudiantes que participaron en los torneos mostraron beneficios adicionales, como una mayor confianza en sus habilidades de programación, mejor disposición para colaborar con otros y mayor interés en la programación.

En el estudio de Lora et al. (2021) se describen los principales hallazgos encontrados a partir de la realización de un maratón de programación que ha sido del agrado de profesores y estudiantes en el que la participación de la comunidad ha crecido de manera importante, logrando que los alumnos desarrollen habilidades para el trabajo en equipo y el aprendizaje colaborativo al mismo tiempo que se evidenció una mejora en el desempeño de los estudiantes al estimularlos constantemente a superar sus propios logros.

En palabras de Hernández et al. (2022) este de tipo de metodología está orientada a los programadores altamente especializados del ámbito competitivo, sin embargo, puede encajar adecuadamente en las primeras etapas del aprendizaje de programación, donde suele motivar el aprendizaje. Otros autores, después de haber implementado exitosamente la programación competitiva en sus cursos universitarios, recomiendan continuar con la implementación de ejercicios del tipo ICPC (*International Collegiate Programming Contest*) en las asignaturas de programación (Friss & Luna, 2022; Yuen et al., 2023).

En el ámbito institucional, a partir de la evidencia encontrada en la literatura, se concluye que es factible implementar la programación competitiva como una estrategia en la enseñanza de las estructuras de datos a fin de que los estudiantes de LIS en la UMT puedan visualizar la aplicabilidad de las estructuras de datos en la solución de problemas, potenciar su pensamiento algorítmico, desarrollar su creatividad y habilidades de trabajo colaborativo mediante el juego de roles, fortalecer su participación y su preparación para competiciones reales y finalmente habituarlos a las pruebas que se presentan en el mundo laboral para la contratación de personal.

Con la inclusión de competencias de programación y una plataforma de evaluación automática, el maestro puede explicar los conceptos mientras que el alumno cuenta con un espacio eficaz para la resolución de problemas que propicien la aplicación de las estructuras de datos pertinentes a la vez que reciben retroalimentación inmediata; esto facilita la comprensión de los conceptos de las estructuras de datos y su aplicación en el diseño correcto de soluciones.

1.4 Pregunta de investigación

El planteamiento teórico se centró en determinar si el uso del método para la enseñanza de estructuras de datos basado en programación competitiva (MEBPC) mejora el rendimiento académico de los alumnos de Ingeniería de Software de la UMT.

A continuación, se formula la pregunta de investigación que guía el estudio:

¿Cómo impacta el método para la enseñanza de estructuras de datos basado en programación competitiva MEBPC, en el rendimiento académico de los alumnos del cuarto semestre de la LIS en la UMT de la UADY?

1.5 Supuestos

Para este trabajo de investigación se plantean las siguientes hipótesis:

[H_1]: El método basado en programación competitiva MEBPC es más eficaz que el método de enseñanza tradicional MET para incrementar el rendimiento académico de los estudiantes en la asignatura Estructuras de Datos de la LIS en la UMT de la UADY.

[H_0]: El método basado en programación competitiva MEBPC no es más eficaz que el método de enseñanza tradicional MET para incrementar el rendimiento académico de los estudiantes en la asignatura Estructuras de Datos de la LIS en la UMT de la UADY.

1.6 Objetivos

Objetivo general:

Diseñar y evaluar un método para la enseñanza de estructuras de datos basado en programación competitiva MEBPC, que mejore el rendimiento académico de los alumnos del cuarto semestre de la LIS en la UMT de la UADY.

Objetivos específicos:

1. Diseñar el método propuesto para la enseñanza de estructuras de datos basado en programación competitiva.

2. Aplicar el método propuesto para la enseñanza de estructuras de datos basado en programación competitiva a los alumnos del cuarto semestre de la LIS que se imparte en la UMT de la UADY en los períodos lectivos enero-mayo del 2024, 2025 y 2026.

3. Evaluar el método propuesto para la enseñanza de estructuras de datos basado en programación competitiva mediante modelos estadísticos.

4. Analizar los resultados obtenidos en la evaluación del método propuesto para la enseñanza de estructuras de datos basado en programación competitiva.

2. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

El presente capítulo expone los antecedentes y el marco teórico que dan sustento a la investigación. Se abordan los fundamentos de las estructuras de datos, incluyendo sus conceptos y clasificación, su tratamiento en LIS de la UMT, así como la complejidad y eficiencia algorítmica. Posteriormente se presenta la programación competitiva: sus conceptos, certámenes relevantes y plataformas. Por último, se describen los métodos de enseñanza de estructuras de datos y la relevancia de la programación competitiva en la educación.

2.1 Fundamentos de estructuras de datos

Los algoritmos y las estructuras de datos tienen su origen en los inicios de la programación y su estudio se ha convertido en un elemento obligatorio desde finales de 1970, en todos los planes de estudio de Computación y disciplinas afines, la importancia de estudiarlas radica en poder diseñar programas más eficientes (Joyanes & Zahonero, 2008). En el mismo sentido, para Cairó & Guardati (2006) las estructuras de datos constituyen un aspecto destacado en la computación y se caracterizan porque permiten referenciar con un solo identificador a un grupo de casillas de memoria. En general, las estructuras de datos son cualquier colección o grupo de datos organizados que tienen asociado un conjunto de operaciones para poder manipularlos. Utilizan una determinada organización de los datos con el fin de optimizar el almacenamiento, acceso y recuperación de la información (Carreño et al., 2012).

2.1.1 Conceptos y definiciones de estructuras de datos

A continuación, tres expertos definen el concepto de estructuras de datos. Según Cairó & Guardati (2006), una estructura de datos se define como una forma organizada de guardar y gestionar datos para que se puedan utilizar de manera óptima e indica que son fundamentales en la programación y el diseño de algoritmos porque permiten disponer la información para que sea fácil de acceder y manipular. Asimismo Cormen et al. (2009) , definen una estructura de datos como una manera particular de guardar y sistematizar datos en una computadora para que puedan ser

utilizados de manera óptima. Destacan que las estructuras de datos están diseñadas para soportar varias operaciones básicas, tales como la inserción, la eliminación y la búsqueda de elementos. Finalmente, para Joyanes & Zahonero (2008) una estructura de datos es un esquema de organización de la información que facilita su almacenamiento, manipulación y recuperación. Indican que las estructuras de datos permiten representar y gestionar de manera adecuada grandes cantidades de información, y son fundamentales para el diseño y análisis de algoritmos.

Los tres autores coinciden en la importancia de elegir la estructura de datos adecuada para optimizar el desempeño y la eficiencia de los programas. Una vez definidos los conceptos clave, se presentan sus clasificaciones más comunes.

2.1.2 Clasificación de las estructuras de datos

Una forma de clasificar las estructuras de datos es de acuerdo con el lugar donde se almacenan, es decir memoria principal del sistema o en memoria secundaria y pueden ser internas o externas.

- Una estructura de datos interna es cuando la estructura completa se almacena en la memoria principal de la computadora.
- Una estructura de datos externa es aquella que almacena y gestiona grandes volúmenes de datos que no caben en la memoria principal y deben almacenarse en dispositivos de almacenamiento secundario.

Otra clasificación es de acuerdo con la cantidad de memoria que reservan y pueden ser: estáticas o dinámicas.

- Las estructuras de datos estáticas determinan el tamaño o la cantidad de elementos que podrá guardar desde el inicio del programa, el tamaño ocupado en memoria es fijo.
- Las estructuras de datos dinámicas pueden redimensionar su tamaño en tiempo de ejecución del programa.

También las estructuras de datos pueden clasificarse según la forma en que se organizan los datos lógicamente y el modo en que se accede a ellos durante la ejecución de un programa, se dividen en lineales y no lineales.

- Las estructuras de datos lineales son aquellas donde los datos se organizan lógicamente uno detrás de otro, lo que permite un recorrido secuencial.
- Las estructuras de datos no lineales son aquellas donde los elementos no están dispuestos en forma secuencial sino en forma jerárquica o en red (Cairó & Guardati, 2006; Cormen et al., 2009).

2.1.3 Estructuras de datos en LIS de la UMT

En el curso Estructuras de Datos que se imparte en el cuarto semestre de LIS en la UMT de la UADY se abordan los temas siguientes:

- Unidad I. Estructuras de datos básicas: pilas y colas
- Unidad II. Listas dinámicas
- Unidad III. Algoritmos de ordenamiento
- Unidad IV. Árboles
- Unidad V. Grafos
- Unidad VI. Tablas de dispersión

En la Tabla 3, se conceptualizan las estructuras, que se estudian en la asignatura Estructuras de Datos.

Tabla 3

Estructuras de datos y sus definiciones

Estructura de Datos	Definición
Pila	Estructura de datos que almacena una secuencia de elementos en la que los elementos se insertan y extraen por un único extremo. Son estructuras tipo LIFO (*Last In First Out)* debido a que el último elemento en entrar será el primero en salir.
Cola	Estructura de datos que almacena una secuencia de elementos en la cual los datos se insertan por un extremo y

Estructura de Datos	Definición
	se extraen por el otro. Se conocen como estructuras FIFO (*First In First Out*), debido a que el primer elemento en entrar será también el primero en salir. En el curso también se estudia la Cola Circular.
Lista dinámica	Este tipo de estructura es lineal debido a que a un elemento le sigue otro elemento y es dinámica porque el manejo de memoria es flexible y no requiere reservar espacio con antelación. En el curso se estudian las listas simplemente enlazadas, circular, doblemente enlazadas y circular doble.
Árbol	Es una estructura recursiva, no-lineal y dinámica de gran importancia en la computación. Tiene una organización jerárquica que se aplican sobre una colección de elementos llamados nodos, uno de los cuales es llamado raíz. En el curso se estudian los árboles generales, binarios, balanceados AVL, árboles B y B+.
Grafo	Es un tipo de dato abstracto donde no existen restricciones en la forma como las entidades se relacionan entre sí. Esta característica hace al grafo particularmente útil en problemas donde las relaciones entre entidades pueden representarse mediante una red.
Diccionario o mapa	Es un tipo de dato abstracto que asocia claves únicas con valores, donde cada clave está mapeada a un valor específico. Una de sus implementaciones más comunes es la **tabla hash (o tabla de dispersión)**, que utiliza una función hash para convertir cada clave en un índice, permitiendo un acceso directo y eficiente a los valores asociados.

Nota. Adaptado de Estructura de datos por Cairó & Guardati (2006) y de Estructuras de datos por Fager et al. (2014).

En el curso también se estudian los algoritmos de ordenamiento y búsqueda los cuales son fundamentales para la organización y recuperación de datos. Para todos los algoritmos que se abordan en la asignatura fue fundamental estudiar su complejidad y eficiencia algorítmica, ya que este conocimiento permite optimizar el rendimiento de un programa.

2.1.4 Complejidad y eficiencia algorítmica

El rendimiento de un algoritmo se evalúa a través de su complejidad espacial y temporal. La complejidad espacial se refiere a la cantidad de memoria requerida para que un programa se ejecute hasta su finalización mientras que la complejidad temporal se refiere a la cantidad de tiempo que este requiere para ejecutarse en función del tamaño de los datos de entrada. Esta última se mide al observar cuántas operaciones o instrucciones realiza el algoritmo al procesar n elementos y se expresa mediante una función matemática comúnmente representada como f(n). Debido a que la tecnología actual ofrece abundante memoria, el análisis de algoritmos se enfoca principalmente en el tiempo de ejecución.

Para analizar el comportamiento del algoritmo cuando el tamaño de los datos crece, se utiliza el concepto de orden de magnitud, conocido como notación *Big O* (O grande) se representa mediante O(n) que se lee “está en el orden de n”. La notación O indica la cota superior del tiempo de ejecución de un algoritmo. Este factor de eficiencia describe cómo aumenta el tiempo de ejecución del programa a medida que aumenta n, esto permite comparar la eficiencia de diferentes algoritmos de manera general, independientemente de factores específicos del hardware o del lenguaje de programación (Fager et al., 2014; Joyanes & Zahonero, 2008).

En la enseñanza tradicional la complejidad algorítmica suele estudiarse de forma declarativa, es decir, el estudiante comprende el significado y lo memoriza sin llegar a comprender cómo aplicarlo ni cuando usarlo. Sin embargo, la complejidad algorítmica es un concepto que requiere que el estudiante experimente con consecuencias verificables de elegir un algoritmo sobre otro. En este sentido, la programación competitiva es una excelente estrategia capaz de ofrecer ese contexto, los problemas tipo están diseñados con límites de tiempo y memoria lo cual hace inviable cualquier solución ineficiente, lo que obliga al estudiante a razonar sobre la eficiencia antes de implementar sus algoritmos. De este modo la complejidad algorítmica toma sentido en su solución y deja de ser un dato que se memoriza.

2.2 Programación competitiva

La programación competitiva se originó en 1970, cuando se celebró un certamen en la Universidad Texas A&M organizada por el Capítulo Alfa de la Sociedad de Honor de Ciencias de la Computación UPE. En 1977 se llevó a cabo una competición con varias rondas clasificatorias y la final mundial se organizó en colaboración con la ACM *Computer Science Conference*. De 1977 a 1989, compitieron principalmente equipos de Estados Unidos y Canadá. Este certamen marcó el inicio de lo que más tarde se consolidaría como el *International Collegiate Programming Contest (ICPC)*. Con el tiempo, el ICPC no solo se estableció como una plataforma para fomentar el desarrollo de habilidades técnicas y de resolución de problemas de estudiantes universitarios, sino también como un medio para promover las aspiraciones, el desempeño y las oportunidades de los mejores estudiantes en los países emergentes (ICPC Foundation, 2018).

2.2.1 Conceptos de programación competitiva

La programación competitiva es un campo dinámico, con varios torneos a nivel mundial, estos se enfocan en que los participantes implementen soluciones algorítmicas eficientes en un tiempo límite, envíen sus soluciones al juez en línea para que sean evaluadas con base a ciertas restricciones. Un aspecto destacado de este tipo de actividades es que han evidenciado ser entornos de apoyo efectivos para estudiantes, docentes y universidades, además de fomentar en los participantes su capacidad de análisis, pensamiento lógico, diseño de algoritmos, aprendizaje colaborativo, comunicación asertiva y tolerancia a la presión (Oliva-Caipe et al., 2023).

2.2.2 Certámenes relevantes de programación competitiva

Algunas competencias prestigiosas en el ámbito de programación son:

Dirigidas a estudiantes de nivel superior.

- *International Collegiate Programming Contest*

Esta competición se realiza con el apoyo de la ACM y tienen el objetivo de promover la excelencia en la programación y el pensamiento algorítmico entre los universitarios de todo el mundo. Es patrocinado por IBM y otras grandes empresas de la industria informática.

Los estudiantes trabajan en equipos de tres para resolver problemas desafiantes y se promueve la colaboración, creatividad y la habilidad para trabajar bajo presión. A través del entrenamiento y la competición, se impulsa a alcanzar un nivel de excelencia cada vez mayor, consolidándose como el concurso de programación más antiguo, grande y prestigioso a nivel mundial (ICPC Foundation, 2018) .

Dirigidas a estudiantes de niveles básicos.

- *International Olympiad in Informatics (IOI)*

  La Olimpiada Internacional de Informática (IOI) surgió como una iniciativa propuesta por el delegado búlgaro, el Profesor Blagovest Sendov, durante la 24ª Conferencia General de la UNESCO en París en 1987. Esta propuesta fue incluida en el Quinto Programa Principal de la UNESCO para el periodo 1988-1989 y, en mayo de 1989 se celebró la primera edición de la IOI en Bulgaria, patrocinada por esta organización. Desde entonces, la IOI se organiza anualmente en diferentes países participantes, consolidándose como uno de los principales torneos científicos internacionales para jóvenes.

  El formato de la IOI desafía a estudiantes destacados de todo el mundo a resolver problemas algorítmicos en un certamen de dos días, donde deben demostrar habilidades fundamentales como el análisis de problemas, el diseño de algoritmos, estructuras de datos, programación y pruebas. Cada país participante envía delegaciones compuestas por cuatro estudiantes y dos acompañantes, lo que fomenta no solo el desempeño académico, sino también el intercambio cultural a través de actividades recreativas.

La IOI, considerada una de las cinco olimpiadas científicas internacionales, tiene como objetivo principal estimular el interés en las ciencias de la computación y la tecnología de la información, además de reunir a jóvenes talentosos de diversas culturas para compartir experiencias científicas y personales (International Olympiad in Informatics, n.d.). En el caso de México, se realiza la Olimpiada Mexicana de Informática (OMI) para conformar el equipo que representa a México en la IOI.

En el ámbito privado.

Existen otros torneos de programación competitiva apoyados por empresas privadas del área de informática como Google y Facebook entre otros.

2.2.3 Plataformas de programación competitiva

Un juez en línea es una plataforma automática que evalúa el programa recibido mediante un conjunto predefinido de casos de prueba, disponibles de manera ordenada. Los casos de prueba suelen ser alrededor de 20 y el juez intenta específicamente saber si el código es vulnerable en alguna parte.

Para cada caso de prueba el juez en línea compara con la respuesta correcta. Una vez que haya hecho todas las evaluaciones el juez en línea dará una respuesta de la validación del código. Aunque cada juez en línea varía en cómo muestra sus mensajes, el juez en línea omegaUp muestra los resultados en la parte de “Estatus” en su interfaz, y los posibles estados pueden ser:

1. Respuesta Correcta: Significa que el programa paso exitosamente todos los casos de prueba.

2. Error de Ejecución: Significa que el programa en algún punto hizo algo que no debía hacer y generó un error.

3. Tiempo Límite Excedido: El programa tardó más tiempo del límite especificado por el problema. El compilador después de pasar cierto tiempo detendrá el programa

y no evaluará la respuesta. No significa necesariamente que la respuesta sea incorrecta.

4. Parcialmente correcta: El programa pasó al menos un caso de prueba o también puede ser que al menos un caso de prueba no pasó.

5. Respuesta incorrecta: No hubo ningún caso en que se haya dado una respuesta correcta.

En su estudio, Oliva-Caipe et al. (2023) comenta que los 6 jueces en línea más activos dentro del entrenamiento y la práctica de la programación competitiva son: Uva de España (38.9%), Codeforces de Rusia (27.8%), Codechef de India (11.1%), HackerRank de India – Estados Unidos (11.1%) y Sphere Online Judge de Polonia (11.1%), los cuales se consideran los jueces con mayor repercusión al ser considerados los más completos y antiguos dentro los concursos de programación, en estos el idioma principal es el inglés.

En el caso de esta investigación se utiliza omegaUp, una plataforma en línea de origen mexicano que es el entorno oficial de la Olimpiada Mexicana de Informática desde 1997. Este espacio virtual permite a los estudiantes progresar sus habilidades técnicas mediante el entrenamiento autónomo, constante y repetitivo. Además, ayuda a los profesores a gestionar los problemas, cursos y concursos de programación directamente en el sitio. Ofrece un set amplio de problemas relacionados con estructuras de datos clasificados por niveles: básico, intermedio y avanzado. Este tipo de plataformas permiten crear nuevos ejercicios de programación y realizar un seguimiento del progreso de los estudiantes mediante tareas y exámenes que se evalúan automáticamente, lo que facilita una supervisión efectiva del aprendizaje (Martínez & Reyes, 2020).

En complemento a las plataformas automáticas que constituyen un soporte tecnológico y robusto en el ámbito de la programación, es importante revisar las diversas propuestas didácticas que los autores han implementado para enfrentar las dificultades y retos en la enseñanza de las estructuras de datos.

2.3 Métodos de enseñanza de estructuras de datos

En esta sección se describen, agrupados por tipo de intervención, algunos estudios relacionados con la enseñanza de las estructuras de datos enfatizando los métodos didácticos implementados por los autores. En este sentido cabe señalar que para Neuner (1981, como se cita en Navarro & Samón, 2017) un método de enseñanza es “un sistema de acciones del maestro, encaminado a organizar la actividad práctica y cognoscitiva del estudiante con el objetivo de que asimile sólidamente los contenidos de la educación” (p. 28).

Objetos de aprendizaje

En el trabajo de Cervantes et al. (2017) se presenta un Objeto de Aprendizaje (OA) para la enseñanza de una estructura de datos específica, la cola circular. El diseño del objeto de aprendizaje se basó en el modelo de los tres perfiles de aprendizaje AVK (auditivo, visual, kinestésico) y para su implementación se utilizó Unity y ExeLearning también el OA permite actividades que involucran imagen, video e interacción por medio del Kinect. En sus resultados muestra que más del 90% alcanzó el objetivo planteado en la investigación.

Aula invertida

La naturaleza abstracta de las estructuras de datos dificulta la comprensión del tema y si además se tiene un grupo heterogéneo de estudiantes provenientes de diversas naciones y con diversos orígenes académicos el reto en la enseñanza de estos conceptos es aún mayor. En la investigación de Nazir et al. (2019), implementaron una metodología basada en aula invertida en la que los alumnos revisaron los materiales y conferencias en línea antes de las sesiones presenciales con su tutor, en las sesiones presenciales se utilizaron juegos y ejemplos del mundo real, para ayudar a los alumnos a visualizar la estructura de datos. También se realizaron actividades grupales de resolución de problemas y revisiones por pares. Se pudo comprobar que se logró un ambiente de aprendizaje colaborativo que favoreció el entendimiento de los conceptos.

Plataformas interactivas de autogestión

Por su lado, Lorente et al. (2020) presentaron los resultados de una investigación que buscaba mejorar la adquisición de conocimientos de estructuras de datos en la carrera Ingeniería Informática, con el fin de incidir favorablemente en la solución de problemas. La investigación se basó en analizar si el empleo del pseudocódigo para representar los algoritmos de las estructuras de datos permite a los alumnos apropiarse de los conceptos fundamentales de las estructuras y emplearlas efectivamente en la solución de problemas computacionales. Como herramienta de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje, se creó un sitio web dinámico e interactivo que permitió presentar a los estudiantes todo el contenido de la asignatura de manera organizada y flexible, además de contar con un módulo de ejercicios interactivos que permite al alumno autoevaluarse.

Sistemas de visualización

En su estudio, Soler et al. (2020) desarrollaron y evaluaron el sistema denominado Ambiente integrado de visualización de estructuras de datos (VIA-ED) compuesto por una interfaz visual, un repositorio de recursos para apoyar la enseñanza de estructuras de datos y su principal recurso de aprendizaje un sistema de visualización dinámico. Los autores señalan la importancia de estos ambientes en la solución de problemas tradicionales ya que facilitan la visualización y comprensión de los conceptos relacionados con las estructuras de datos y sus operaciones principales. En el estudio, se evidenció la evaluación del sistema por parte de estudiantes y expertos con resultados satisfactorios.

En el mismo sentido y dentro del paradigma del aprendizaje cognitivo se sitúa el estudio de Arévalo-Mercado et al. (2023) quienes detallan el diseño y evaluación de una herramienta de software para la visualización de listas enlazadas, fundamentada en el efecto de Atención Dividida de la Teoría de la Carga Cognitiva, esto se refiere a la disminución de la eficiencia del aprendizaje cuando los estudiantes tienen que dividir su atención entre múltiples fuentes de información que están separadas físicamente o presentadas de manera incongruente. En el contexto de la enseñanza de estructuras de datos, propusieron la combinación de diagramas

visuales y ejemplos de código en un formato unificado que facilitó la comprensión simultánea de ambos elementos.

Videojuegos

Otro estudio utilizó el desarrollo de juegos de mesa tipo videojuegos para que los estudiantes que cursan la asignatura de estructuras de datos se motiven en el aprendizaje de los temas afines y a través del entretenimiento practiquen el uso y programación de algoritmos y estructuras de datos. Los tres videojuegos fueron el juego de dados que usa arreglos y vectores, Sopa de Letras que utiliza una matriz y Simón-Dice que usa una lista ligada simple. Se concluyó que, para que el alumno asimile el conocimiento a través de actividades lúdicas, se deben generar en él, los ocho eventos del aprendizaje del modelo de referencia teórico 8LEM (imitación, recepción, ejercicio, exploración, experimentación, creación, autorreflexión y debate). Rossainz-López et al. (2023).

Por consiguiente, Henriquez et al. (2024) presenta el desarrollo de HexBot, un chatbot diseñado para asistir a estudiantes universitarios en el proceso de enseñanza y aprendizaje de un curso de estructuras de datos, implementado por la necesidad de tener acceso, de forma autónoma, a información sobre conceptos fundamentales y obtener respuestas inmediatas sin la necesidad de asistencia humana en la plataforma y desde Telegram.

Realidad aumentada

Finalmente se presenta la investigación de Diaz et al. (2020) quienes desarrollaron una aplicación móvil en Android con realidad aumentada, así como una cartilla con los marcadores para visualizar las animaciones y facilitar el aprendizaje de estructuras de datos dinámicas, específicamente de las listas enlazadas por la dificultad que conlleva la compresión del manejo dinámico de memoria.

Los diversos estudios explorados evidencian que la enseñanza de las estructuras de datos es un tema de interés general y vigente en el ámbito educativo, lo cual se refleja en la variedad de métodos y herramientas pedagógicas propuestas para

abordarla: objetos de aprendizaje, aula invertida, plataformas interactivas de autogestión, sistemas de visualización, videojuegos y realidad aumentada. Esta pluralidad de enfoques refleja un esfuerzo constante por innovar en la manera de enseñar un contenido que, por su naturaleza abstracta, representa un reto recurrente tanto para docentes como para estudiantes.

2.4 Relevancia de la programación competitiva en la educación

Complementando los métodos revisados previamente, enfocados principalmente en la visualización y la interacción con el contenido, la programación competitiva aporta un componente adicional: la resolución de problemas bajo presión de tiempo, lo que fortalece habilidades técnicas y cognitivas de mayor exigencia. En la revisión de la literatura se encontraron concordancias respecto a las bondades que se obtienen al incorporarla como una herramienta didáctica en la enseñanza de la programación.

El trabajo de Moreno et al. (2013) expone los resultados de implementar un ambiente virtual competitivo en cursos relacionados con la programación de computadoras. Un elemento importante en su experimento fue el sistema de evaluación automática que permitió a los alumnos registrar su progreso, así como mejorar sus habilidades en diferentes áreas a través de la resolución de problemas en un ambiente de sana competencia con sus compañeros. Los autores concluyeron que utilizar este ambiente virtual competitivo estimuló el compromiso de los estudiantes y mejoró su desempeño académico.

Desde su perspectiva Teran-Pomier (2016) mencionó que la programación competitiva brinda diversas ventajas a los estudiantes universitarios en sus primeros cursos de programación al proporcionarles retroalimentación inmediata por medio de los calificadores automáticos. La estrategia evidenció una correlación directa entre la retroalimentación de los resultados y el índice de aprobados. También expone que los torneos de programación son actualmente una forma que los empleadores utilizan para seleccionar talentos.

En ese mismo sentido, se identificó el problema que representa la imposibilidad de darles a los alumnos un número adecuado de ejercicios para lograr una buena práctica debido a la carencia de recursos para darles una retroalimentación temprana y eficaz (Brito & Goncalves, 2019; Hidalgo-Céspedes et al., 2020). Para resolver la problemática anterior Coore & Fokum (2019) utilizaron la plataforma de programación competitiva HackerRank, en un curso introductorio de diseño y análisis de algoritmos, con la intención de incrementar la cantidad de ejercicios semanales y a la vez eficientar la evaluación y retroalimentación de sus soluciones. Ellos incluyeron una tabla de puntuaciones para mostrar el avance de cada participante con el fin de animar a los alumnos a usar la plataforma de manera formativa. Los resultados fueron mixtos en lo que respecta al rendimiento académico, sin embargo, se observó que algunos alumnos se sintieron más competentes y comprometidos para abordar problemas novedosos.

Otras investigaciones evidenciaron las ventajas de combinar estrategias gamificadas colaborativas y competitivas en asignaturas de computación del nivel superior. En sus conclusiones indicaron que utilizar de manera conjunta estas estrategias permiten consolidar las experiencias de aprendizaje de los alumnos además de aumentar su interés hacia la competición (Andújar et al., 2020; Gonzalez-Escribano et al., 2019).

Como se ha podido apreciar en la literatura, la programación competitiva y los jueces en línea son herramientas efectivas para desarrollar sus habilidades técnicas y de resolución de problemas, recibir retroalimentación instantánea, experimentar logros personales, trabajar en equipo y medir su desempeño respecto a otros compañeros. En los casos presentados, los estudiantes obtuvieron un aprendizaje significativo en la medida que las habilidades, conocimientos y métodos de sus profesores generaron en ellos disposición, voluntad y motivación necesarias para alcanzar el rendimiento académico esperado.

Se define el rendimiento académico, de manera general, como un indicador del nivel de aprendizaje adquirido por el estudiante en el proceso de enseñanza

generalmente medido como un resultado cuantitativo (Calbacho, 2022), en el contexto de esta investigación se representó por la calificación final obtenida en la asignatura. De manera complementaria Trejos et al. (2020) indica que la teoría del aprendizaje significativo se apoya en tres importantes componentes: lo que el estudiante ya sabe, el nuevo conocimiento y la actitud del estudiante, en este sentido la motivación jugó un papel preponderante en este estudio, por los ánimos positivos y la voluntad que propician en el estudiante para su implicación en el proceso de aprendizaje.

3. MÉTODOS Y MATERIALES

En este capítulo se presenta el marco metodológico que sustenta la investigación, abordando el tipo y enfoque investigativo, el diseño empleado, la población y los participantes, así como los instrumentos y procedimientos para la recolección de datos. Asimismo, se describen las consideraciones éticas, los alcances y limitaciones del estudio. Por último, se presenta la propuesta central de la investigación: el método de enseñanza basado en programación competitiva.

3.1 Tipo y Enfoque de la investigación

La investigación constituye un medio fundamental para el análisis y comprensión del entorno que nos rodea y su alcance es universal. Este estudio se enmarca en una investigación aplicada que busca no solo generar conocimiento teórico sino proponer soluciones prácticas a una problemática real en el contexto educativo de la Unidad Multidisciplinaria Tizimín específicamente en la Licenciatura de Ingeniería de Software. El tipo de estudio es descriptivo y explicativo y tiene como principal objetivo identificar, analizar y describir las relaciones causales entre la implementación de la programación competitiva en la enseñanza de las estructuras de datos, el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes del cuarto semestre de la LIS.

Esta investigación se abordó desde un enfoque mixto y las variables de interés son el método de enseñanza de estructuras de datos basado en programación competitiva MEBPC (variable independiente), el rendimiento académico, la percepción y el aspecto motivacional de los alumnos al estudiar las estructuras de datos con este método (variables dependientes).

A continuación, en la Tabla 4 se describen detalladamente las variables que intervienen en el estudio.

Tabla 4

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición	Dimensiones	Indicadores	Subindicadores	Escala de dimensión
Rendimiento académico	Calificación final obtenida en la asignatura de Estructura de datos	SS - Sobresaliente	Calificación final de 90 a 100	Pruebas de desempeño Actividades de aprendizaje	Actas de examen
		SA – Satisfactorio	Calificación final de 80 a 89	Elaboración de proyectos	
		S – Suficiente	Calificación final de 70 a 79	Resolución de ejercicios en la plataforma virtual	
		NA – No acreditado	Calificación final de 0 a 69	Desempeño en los concursos de programación	
Método MEBPC	Método de enseñanza de estructuras de datos basado en programación competitiva	Empleo de la programación competitiva en el estudio de las estructuras de datos	Clases en el aula y asistencia al taller para practicar con la resolución de problemas individual y colaborativamente	Desempeño en el aula Resolución de ejercicios en la plataforma virtual Desempeño en los concursos de programación	Resolución de los ejercicios Desempeño en el concurso de programación Cuestionario de percepción Cuestionario de motivación adaptado del MSLQ

3.2 Diseño de la investigación

El presente estudio se enmarca en una Investigación Basada en el Diseño (IBD), la cual De Benito & Salinas (2016) definen como:

… un tipo de investigación orientada hacia la innovación educativa cuya característica fundamental consiste en la introducción de un elemento nuevo para transformar una situación. Este tipo de investigación trata de responder a problemas detectados en la realidad educativa recurriendo a teorías científicas o modelos disponibles de cara a proponer posibles soluciones a dichos problemas. (p. 44).

Se adoptó un enfoque mixto con diseño cuasi-experimental con comparación retrospectiva de tipo transversal, en el que se comparan grupos independientes que cursaron la asignatura Estructuras de Datos en distintos momentos, bajo metodologías de enseñanza diferentes. Los instrumentos se aplicaron una sola vez

y a diferentes participantes en cada cohorte, se mantuvieron constantes diversas condiciones como la planeación didáctica, el perfil académico de los estudiantes, el contexto institucional, la profesora que impartió el curso, lo que permite establecer comparaciones válidas. La intervención consistió en implementar una metodología basada en programación competitiva para la enseñanza de estructuras de datos, y evaluar su impacto mediante la aplicación de un cuestionario de percepción (elaboración propia), un cuestionario de motivación adaptado del MSLQ y los registros de rendimiento académico (actas de examen) de igual forma a través de la observación participante del docente, los grupos focales y una entrevista en profundidad. La intervención se llevó a cabo en tres ocasiones, en los cursos 2024, 2025 y 2026. Este diseño resulta pertinente y valioso, ya que permite identificar diferencias atribuibles al método implementado, a partir de las dimensiones subjetivas (percepción y motivación) y objetivas (rendimiento académico) y aportar evidencia empírica contextualizada para la mejora de la enseñanza de estructuras de datos en carreras de Ingeniería de Software. Igualmente, integrar los datos cualitativos y cuantitativos responde al interés por comprender con mayor profundidad los efectos del método propuesto.

3.3 Población y participantes

La población para esta investigación fueron todos los estudiantes inscritos a la carrera de Ingeniería de Software en la UMT de la UADY. Para este estudio se empleó un muestreo no probabilístico intencional para seleccionar a los participantes. El criterio de selección incluyó estudiantes que cursaron la asignatura de Estructura de Datos en los períodos enero – mayo 2018 a 2026 en la UMT, ver Tabla 5.

Tabla 5

Población y participantes en estudio por período académico

Período	Población			Participantes		
Enero – Mayo	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
2018	20	1	21	8	1	9

2019	36	3	39	12	1	13
2020	63	15	78	16	2	18
2021	75	19	94	8	4	12
2022	61	14	75	19	5	24
2023	67	14	81	14	3	17
2024	69	13	82	11	5	16
2025	62	12	74	18	1	19
2026	65	16	81	14	3	17

3.4 Instrumentos de recolección

Para la recopilación de los datos en esta investigación se utilizaron los siguientes instrumentos:

1. Actas de examen emitidas por el Sistema de Información y Control Escolar Institucional de la UADY (https://www.sicei.uady.mx/), específicamente de los años 2018 a 2026.
2. Cuestionario de percepción del método MEBPC.

Para la recolección de los datos se diseñó un cuestionario de 19 ítems estructurados en 4 bloques para medir la percepción de los estudiantes sobre la efectividad, utilidad y aceptación del método propuesto, después de estudiar las primeras estructuras de datos (pilas, colas, listas). Para los primeros 18 ítems, el instrumento utiliza una escala de Likert de cinco valores que representan el grado de acuerdo por cada afirmación, donde: 1. Totalmente en desacuerdo, 2. En desacuerdo, 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4. De acuerdo y 5. Totalmente de acuerdo. El último ítem (pregunta abierta) permite al estudiante expresar libremente su opinión respecto al método de enseñanza utilizado en la asignatura Estructuras de Datos. A continuación, se detalla la estructura del instrumento.

El primer bloque mide la percepción del estudiante sobre la comprensión conceptual y aplicada de los temas estudiados con el método MEBPC y está conformado por seis ítems.

El segundo bloque mide la percepción sobre la efectividad del método MEBPC para desarrollar habilidades técnicas y cognitivas para la resolución de problemas en el contexto de estructuras de datos. Está conformado por tres ítems.

El tercer bloque mide la percepción sobre el atractivo y la pertinencia del método MEBPC. Está conformado por seis ítems.

El cuarto bloque permite valorar al alumno su propio esfuerzo y el grado de compromiso académico con el método MEBPC y se conforma por tres ítems.

El último ítem es una pregunta abierta para que el estudiante pueda comentar sobre cualquier aspecto del método con el fin de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura.

El cuestionario fue evaluado por seis doctores expertos en el área de computación y educación, el juicio de expertos mostró una validez de contenido muy alta, V de Aiken global = 0.96, evidenciando acuerdo sólido en relevancia, coherencia, claridad y representatividad de los ítems. Después de atender los ajustes menores en la redacción de algunos ítems para mejorar su claridad, el instrumento fue piloteado y para validar la confiabilidad interna se calculó el coeficiente Alfa de Cronbach, los resultados mostraron un valor de 0.89 para la escala total, con un intervalo de confianza del 95%, entre 0.76 y 0.96, lo cual indica una buena consistencia interna del instrumento. Para la recogida de datos se utilizó el cuestionario por medio de un Formulario de Google.

3. Cuestionario de motivación, traducido y adaptado de la versión original del Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ).
El instrumento fue traducido y contextualizado con base en la escala de Motivación del MSLQ de Pintrich et al. (1991), consta de 31 ítems y está fundamentada en tres constructos: valor, expectativa y afectivo.

El componente de valor abarca tres subescalas y consta de 14 ítems que refieren a las metas de los estudiantes y sus percepciones sobre la importancia e interés que tiene la tarea. El componente de expectativa se conforma por dos subescalas y

consta de 12 ítems que se relacionan con las creencias que los estudiantes tienen sobre sus propias habilidades para realizar una tarea. Finalmente, el componente afectivo consta de 5 ítems que se refieren a las respuestas emocionales que los estudiantes experimentan en relación con la tarea.

La escala de motivación del cuestionario original fue traducido y revisado por un profesor de inglés de nacionalidad británica, que imparte clases en la UADY, con el fin de asegurar la precisión y validez lingüística. Posteriormente, la versión en español fue revisada por un grupo de doctores expertos en el área de tecnología y educación de la UMT quienes hicieron algunas adecuaciones acordes al contexto.

4. Observación y grupos focales, estos instrumentos cualitativos permitieron recoger las percepciones, emociones y experiencias de los alumnos hacia el método MEBPC.

5. Entrevista en profundidad, esta técnica de recolección se llevó a cabo para obtener información detallada, contextual y subjetiva con el fin de comprender el significado que los estudiantes le atribuyeron al curso impartido con el método MEBPC. Para la entrevista se elaboró una guía de preguntas basada en 8 constructos: motivación, autoeficacia, dificultad, resolución de problemas, aprendizaje significativo, trabajo colaborativo, trasferencia y valoración del método.

3.5 Procedimientos de recolección

La recolección de información por medio de los instrumentos se realizó de la siguiente manera:

- Las actas de examen de los períodos enero – mayo 2024 a 2026 se obtuvieron del SICEI al término del curso Estructuras de Datos impartido con el método MEBPC. También se recolectaron las actas de los cursos impartidos en enero – mayo 2018 a 2023, en los cuales se usó el método de enseñanza tradicional MET.

- Para evaluar aspectos de percepción del método MEBPC se aplicó el cuestionario a medio término del curso, justo después del primer concurso de programación, con la finalidad de poder realizar los ajustes metodológicos necesarios en la otra mitad del curso. Se invitó a todos los estudiantes presentes, un día normal de clases sin avisarles previamente, para que respondieran el instrumento. Fue respondido por 11 estudiantes en el curso 2024, por 17 estudiantes en el curso 2025 y por 15 estudiantes en el curso 2026, es decir una tasa de participación del 69%, 89% y 88% respectivamente. Se aplicó por medio de un formulario de Google y los datos se tabularon en Excel para su análisis.
- El cuestionario MSLQ adaptado se aplicó mediante un formulario de QuestionPro al término de la Unidad IV del curso de Estructura de Datos. Justo después de estudiar los dos primeros tercios del curso, se invitó a los estudiantes a responder el instrumento de manera voluntaria un día normal de clases sin avisarles previamente. El cuestionario fue respondido por 16 estudiantes en el curso 2024, por 12 estudiantes en el curso 2025 y por 16 estudiantes en el curso 2026, una tasa de participación del 100%, 63% y 94% respectivamente. Los datos se tabularon en Excel para su análisis.
- Los grupos focales se realizaron con los estudiantes participantes en dos ocasiones (posterior a cada concurso de programación) en cada curso escolar. Esta técnica permitió al docente explorar las percepciones y experiencias de los alumnos en las sesiones del taller y en los concursos, en un ambiente de confianza y apertura.
- La técnica de la observación se realizó a lo largo de toda la intervención.
- La entrevista en profundidad se realizó una sola vez con estudiantes que cursaron la asignatura Estructuras de Datos en los períodos 2024, 2025 y 2026, los participantes fueron seleccionados mediante un muestreo por conveniencia. Se invitó de manera directa a cuatro estudiantes de cada cohorte considerando principalmente su disponibilidad de horario y disposición para participar en la

investigación. Asimismo, se procuró incluir tanto a estudiantes que continuaron participando en competencias de programación como a aquellos que no dieron continuidad a este tipo de actividades con la intención de recoger perspectivas diversas sobre la influencia de la metodología en su formación y trayectoria académica. La entrevista fue grabada en formato de audio, previo consentimiento de los participantes, con el fin de facilitar su posterior análisis. A la entrevista asistieron 10 participantes, 4 estudiantes del curso enero – mayo 2024, 2 estudiantes del curso enero – mayo 2025 y 4 estudiantes del curso enero – mayo 2026, de los cuales fueron 7 hombres y 3 mujeres.

3.6 Consideraciones éticas

Los principios éticos en este trabajo de investigación educativa se abordaron desde las dos dimensiones, procedimientos éticamente aceptables en el proceso de investigación y la finalidad misma de la investigación que busca el bien común (López-Calva, 2018). En este sentido, se promovieron las condiciones necesarias para un ejercicio válido que permitió garantizar la integridad y la calidad de los resultados obtenidos, así como salvaguardar el respeto de los derechos y dignidad de los participantes de este estudio. Por otro lado, se estableció el compromiso de realizar el proceso de investigación y divulgar los hallazgos derivados del estudio, sin sesgo y de manera objetiva.

3.7 Limitaciones y Delimitaciones de la investigación

El presente estudio se delimitó a estudiantes del cuarto semestre de Ingeniería de Software que cursaban la asignatura Estructuras de Datos en una institución de educación superior. La intervención consistió en la incorporación de actividades de programación competitiva como estrategia didáctica complementaria a las clases teóricas y prácticas de la asignatura, utilizando problemas alineados con los contenidos que se abordan durante el semestre. La intervención se desarrolló durante un periodo académico (enero a mayo) en tres cohortes diferentes (2024, 2025 y 2026) y se enfocó en analizar la motivación estudiantil, la percepción de la metodología y el rendimiento académico en cada curso, sin medir el impacto en

otras competencias profesionales o el desempeño en competencias de programación externas.

3.8 Propuesta: Método de Enseñanza Basado en Programación Competitiva

En esta sección se presenta el método de enseñanza basado en programación competitiva MEBPC, diseñado con el propósito de fortalecer el rendimiento académico de los estudiantes de LIS que cursan la asignatura Estructuras de Datos en la UMT de la UADY. En primer lugar, se describen los componentes que conforman el método y las herramientas sugeridas para su implementación, posteriormente se detalla el proceso seguido al aplicarlo en el contexto educativo, objeto de estudio.

a. Componentes del MEBPC

El MEBPC se estructura en tres componentes principales: teórico, práctico y evaluación, esto se puede observar en la Figura 2.

Figura 2

Estructura del método de enseñanza basado en programación competitiva



Nota. El área sombreada en gris señala los elementos que distinguen el método MEBPC propuesto.

Componente teórico

Incluye el estudio conceptual de las estructuras de datos y los algoritmos de la planeación didáctica. Se enfoca en el análisis de la eficiencia de los algoritmos y se realizan ejercicios escritos para consolidar los conceptos teóricos, se codifican los algoritmos principales de la estructura en algún lenguaje de programación y se presentan pruebas de desempeño.

Componente práctico

Incluye una revisión técnica de las bibliotecas y funciones proporcionadas por el lenguaje de programación que apoyan la implementación de las estructuras de datos y algoritmos previamente estudiados, para la resolución de problemas tipo programación competitiva.

Los elementos que caracterizan al método propuesto se describen a continuación. Para fortalecer la articulación entre la teoría y la práctica, los estudiantes realizan un conjunto de ejercicios de manera individual y colaborativa en una plataforma de juez en línea, analizando las restricciones de tiempo y memoria de cada problema, lo que los induce a identificar, seleccionar y justificar la selección de la estructura de datos más adecuada y eficiente, al mismo tiempo que reciben retroalimentación instantánea y aprenden a su propio ritmo. Como cierre de este proceso, se realizan concursos internos por equipos en los que se incorpora el juego de roles, de modo que cada integrante asume una función dentro del equipo para resolver los problemas en un tiempo limitado. Esta dinámica permite aplicar, de manera lúdica, todo lo aprendido y entrenado en la plataforma, y además brinda a la mayoría de los estudiantes su primera experiencia en una competencia de programación.

Evaluación

La evaluación del aprendizaje se lleva a cabo en dos contextos complementarios, teoría y práctica. La evaluación del componente teórico se realiza mediante pruebas de desempeño, actividades de aprendizaje, ejercicios con lápiz y papel. La evaluación práctica, uno de los elementos centrales del método propuesto, se enfoca en la resolución de problemas en la plataforma, en modo individual y

colaborativo y competencias de programación en el aula al estilo ICPC, como un factor motivacional, la competencia es por equipos y con juegos de roles.

b. Proceso de implementación del MEBPC y herramientas utilizadas

El curso de Estructura de datos se impartió en tres sesiones semanales: dos sesiones de clases en el aula, con una duración total de 4.5 horas y una sesión en el laboratorio de cómputo con una duración de 2 horas.

Componente teórico: clases magistrales en el aula

a. Se estudiaron las estructuras de datos y algoritmos mediante exposiciones por parte del docente con el apoyo de presentaciones multimedia, videos y aplicaciones web.
b. Se realizaron ejercicios con papel y lápiz, se analizó la complejidad de los algoritmos y se codificaron en el lenguaje de programación C++ o Java, para permitir una mejor comprensión del funcionamiento de las estructuras de datos y/o el algoritmo.

Para las sesiones en el aula se diseñó el curso Estructuras de Datos, en la plataforma institucional Uady Virtual (Moodle), desde donde se gestionaron los materiales didácticos, actividades de aprendizaje y pruebas de desempeño.

Componente práctico: taller en el laboratorio de cómputo

a. Se abordaron, como repaso, las estructuras y algoritmos estudiados en el aula y se estudiaron los correspondientes contenedores y algoritmos de la librería STL de C++ para ser aplicados en la resolución de ejercicios.
   La biblioteca de plantillas estándar (STL) es un conjunto de clases de plantillas de C++ que proporcionan estructuras de datos y funciones de programación comunes. Esta biblioteca contiene cuatro componentes: clases contenedoras, algoritmos, functores e iteradores.

En el curso se estudiaron los contenedores y algoritmos siguientes: <array>, <vector>, <stack>, <queue>, <deque>, <list>, <map>, <set>, <algortithm> sort(), search(), binary_search().

b. Con el propósito de articular la teoría con la práctica, se les entregó progresivamente a los estudiantes un conjunto de 55 ejercicios en promedio en la plataforma de juez en línea omegaUp. Lo anterior buscó fortalecer la habilidad de los estudiantes en aspectos como identificar la estructura de datos o algoritmo óptimo en la resolución de problemas, así como en la resolución de ejercicios de programación competitiva.

Para las sesiones prácticas se diseñaron los siguientes materiales:

- Planeación didáctica del Taller.
- El curso “Taller de estructuras de datos con programación competitiva” en la plataforma de juez en línea omegaUp, desde donde se gestionan ejercicios y concursos.
- El curso “Taller de estructuras de datos con programación competitiva” en la plataforma institucional Uady Virtual, que se usa como repositorio para la gestión de materiales como presentaciones, prácticas, libros, videos, soluciones de ejercicios y otros recursos de apoyo.

Evaluación de los aprendizajes en el aula y en el laboratorio de cómputo.

a. En el aula de clases se evaluó a través de pruebas de desempeño, actividades de aprendizaje, programas en C++ o Java y ejercicios con papel y lápiz.
b. En el taller estructuras de datos con programación competitiva se evaluó a través de la resolución de ejercicios dentro y fuera del aula por medio de la plataforma educativa omegaUp, con evaluación y retroalimentación automática e inmediata. Esta plataforma guarda un registro del avance de cada estudiante.
c. Se realizaron dos concursos por equipos de dos integrantes con juego de roles diseñador/codificador en el que se plantearon entre 6 y 8 ejercicios para resolver en un tiempo de 3 horas usando una computadora por equipo.

El número de integrantes por equipo se definió con el objetivo de que cada integrante tenga una importante participación en la dinámica del concurso.
Los roles definidos en el método propuesto fueron:

- Rol de diseñador: se enfoca en leer y comprender detalladamente los problemas, identificar los requisitos y diseñar los algoritmos de solución.
- Rol de codificador: implementa las soluciones propuestas por el diseñador, escribe el código y realiza las pruebas.

Los concursos tuvieron un valor poco significativo en la calificación final. Su propósito es incentivar la práctica de ejercicios de programación competitiva, la cual se valora con mayor porcentaje en el rendimiento académico del estudiante. El progreso de cada estudiante se valora por la cantidad y calidad de ejercicios resueltos en la plataforma.

4. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de la investigación, derivados de la aplicación de los instrumentos descritos en el capítulo anterior. Primeramente, se exponen los resultados cuantitativos y posteriormente los cualitativos. En la parte final se realiza la triangulación de los hallazgos con el fin de integrar y contrastar la información obtenida.

4.1 Resultados Cuantitativos

A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante los instrumentos cuantitativos aplicados: actas de examen, cuestionario de percepción y cuestionario de motivación.

4.1.1 Análisis de actas de examen

Para el análisis del rendimiento académico de los estudiantes del curso Estructuras de Datos los períodos enero – mayo 2024, 2025 y 2026, los cuales se impartieron con una metodología basada en programación competitiva, se consideraron las calificaciones finales registradas en las actas de examen con el fin de compararlas con las notas finales de los estudiantes que cursaron la asignatura Estructuras de Datos con una metodología de enseñanza tradicional en los períodos enero – mayo 2018, 2019 y 2023. Cabe señalar que la asignatura ha sido impartida por la misma docente todas las veces, y se abordan en cada curso todos los temas de la planeación didáctica de la asignatura la cual se ha mantenido sin cambios.

Para el análisis estadístico se optó por excluir las cohortes correspondientes a los cursos impartidos de 2020 a 2022. Se descartaron ya que los cursos durante este período se desarrollaron bajo condiciones extraordinarias impuestas por la pandemia de Covid-19, específicamente transitamos de la modalidad de enseñanza presencial a una modalidad de enseñanza en línea, afectando de manera general los procesos educativos como ha sido ampliamente documentado.

A nivel institucional, para impartir estos cursos se realizaron algunos ajustes porque no todos los alumnos tenían computadoras para realizar tareas de programación, práctica elemental para la aplicación de las estructuras de datos en la resolución de problemas. El curso en un inicio fue principalmente teórico con poca práctica de programación y mayoritariamente por equipos y al paso del tiempo se fueron incorporando recursos didácticos más efectivos.

La exclusión responde a la necesidad de minimizar sesgos y garantizar la validez interna de la comparación, evitando que factores ajenos a la intervención educativa, como la modalidad de enseñanza, influyan en los indicadores académicos analizados.

- *Análisis descriptivo*

En las Tablas 6 y 7 se observa la clasificación de estudiantes de cada curso Estructuras de Datos por escalas de dominio y por método de enseñanza. En la primera tabla se indica la cantidad de estudiantes de cada categoría mientras que en la Tabla 7 se presenta la proporción de estudiantes.

En la revisión de los resultados que se presentan en las tablas, se observa un incremento en la proporción de estudiantes ubicados en un nivel de logro destacado (niveles de dominio satisfactorio y sobresaliente) de 58.97% con MET a 75% con MEBPC, es decir un incremento de 16.03 puntos porcentuales mientras que la proporción de estudiantes en el nivel No Aprobado disminuye de 30.77% con MET a 13.46% con MEBPC. De manera consistente, también destaca un incremento de 9.66 puntos en el promedio grupal alcanzado con MEBPC (83.33) respecto a MET (73.67).

Tabla 6

Número de alumnos por escalas de dominio y por método de enseñanza

Curso	Número de estudiantes	No Aprobado	Suficiente	Satisfactorio	Sobresaliente	Promedio grupal
2018	9	2	3	4	0	70
2019	13	5	1	2	5	71

2023	17	5	0	7	5	80
MET	**39**	**12**	**4**	**13**	**10**	**73.67**
2024	16	4	2	3	7	80
2025	19	2	3	6	8	83
2026	17	1	1	7	8	87
MEBPC	**52**	**7**	**6**	**16**	**23**	**83.33**

Nota. Datos tomados del Sistema de Información y Control Escolar Institucional de la UADY.

Tabla 7

Porcentaje de alumnos por escalas de dominio

Curso	Número de estudiantes	No Aprobado	Suficiente	Satisfactorio	Sobresaliente	Promedio grupal
2018	9	22.22%	33.33%	44.44%	0%	70
2019	13	38.46%	7.69%	15.38%	38.46%	71
2023	17	29.41%	0%	41.18%	29.41%	80
MET	**39**	**30.77%**	**10.26%**	**33.33%**	**25.64%**	**73.67**
2024	16	25%	12.5%	18.75%	43.75%	80
2025	19	10.53%	15.79%	31.58%	42.10%	83
2026	17	5.88%	5.88%	41.18%	47.05%	87
MEBPC	**52**	**13.46%**	**11.54%**	**30.77%**	**44.23%**	**83.33**

Nota. Datos tomados del Sistema de Información y Control Escolar Institucional de la UADY.

De manera complementaria y con base en las calificaciones finales, en la Figura 3 se presenta una comparación de los dos enfoques metodológicos utilizados para impartir la asignatura Estructuras de Datos, considerando los períodos 2018, 2019 y 2023 en el que se usó el método tradicional y los períodos 2024, 2025 y 2026 en los que se empleó el método propuesto, MEBPC.

Se puede observar que en la primera intervención (2024) usando el método MEBPC, el método MET muestra un aparente mejor comportamiento con una mediana ligeramente mayor, una caja y un rango intercuartílico (IQR) más compacto demostrando mayor homogeneidad, sin embargo, presenta valores atípicos muy

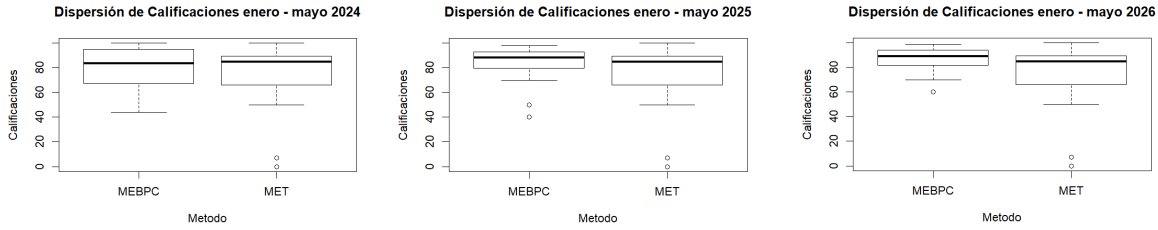
bajos lo cual indican la presencia de algunos casos de rendimiento académico crítico bajo este método.

En la segunda intervención (2025), el método MEBPC muestra un mejor comportamiento, invirtiéndose la relación observada en la primera intervención. El método MEBPC presenta una mediana más alta y su caja se ubica en un rango más alto, con menor dispersión en el 50% central de los datos y un IQR menor, lo que indica un desempeño más homogéneo. Incluso en el peor de los casos el MEBPC tiene valores bajos, aunque menos críticos que los del método MET.

En la tercera intervención (2026) se consolida la tendencia observada a partir de la segunda intervención a favor del MEBPC. Mantiene una mediana superior a la de MET, un IRQ más estrecho, evidenciando de nuevo mayor homogeneidad en el desempeño del grupo central. La caja se ubica nuevamente cerca del primer cuartil en valores altos con poca dispersión. Nuevamente MEBPC presenta un valor atípico moderado. En conjunto, las tres intervenciones describen una tendencia progresiva en la que el método MEBPC demuestra de forma consistente una distribución más equitativa y homogénea del rendimiento académico y sin casos de fracaso extremo.

Figura 3

Comparación de calificaciones finales por método de enseñanza y período académico



Nota. Las cajas representan la distribución de las calificaciones finales; la línea central corresponde a la mediana y los puntos representan valores atípicos. Elaborado con RStudio.

En la Figura 4 se observa una comparativa de los métodos tradicional y propuesto, las gráficas integran las observaciones realizadas de forma acumulada, MET en los

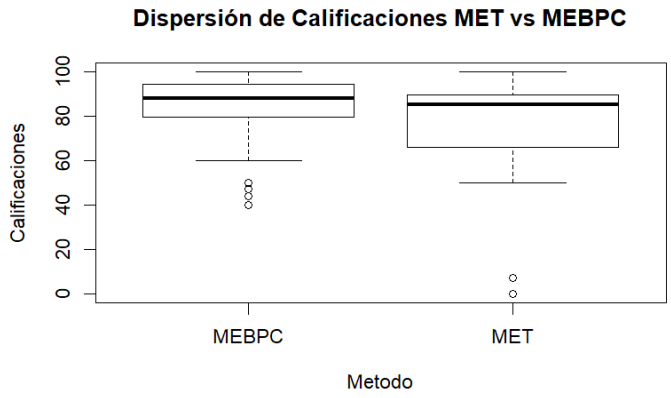
años 2018, 2019 y 2023 y MEBPC en los años 2024, 2025 y 2026, esto nos permite presentar una perspectiva más robusta sobre el comportamiento de cada método.

Se observa la distribución acumulada de calificaciones de los cursos Estructuras de Datos impartidos con ambos métodos y se confirma la tendencia observada en las intervenciones individuales. MEBPC muestra una mediana superior (88) que MET (85), una caja más estrecha y ubicada en un rango más alto y un IRQ menor indicando mayor concentración del rendimiento académico en valores altos, por su parte MET muestra una caja más amplia, desplazada hacia valores inferiores y con un IRQ mayor lo cual refleja una mayor heterogeneidad en el desempeño del grupo.

Los valores atípicos que presenta el método MEBPC no son tan extremos como los que se presentan en el MET. Estos resultados indican que MEBPC no solo fomenta una mayor estabilidad en el aprendizaje, sino que también podría ser más inclusivo al reducir el desempeño extremadamente bajo de algunos estudiantes.

Figura 4

Distribución de calificaciones por método de enseñanza



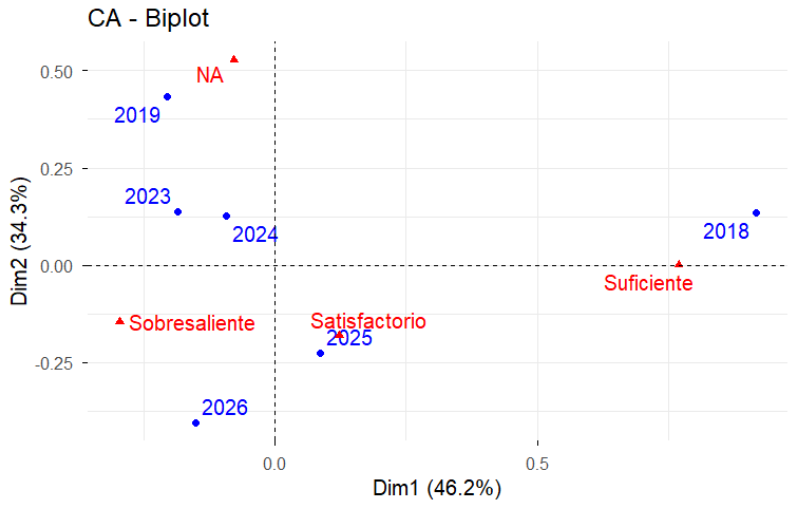
Nota. Elaborada con RStudio.

De manera complementaria, en la Figura 5 se puede apreciar el mapa del análisis de correspondencias el cual muestra que la cohorte 2018 se asoció con el nivel Suficiente, mientras que las cohortes 2023, 2025 y 2026 se ubicaron más cerca de los niveles Satisfactorio y Sobresaliente, y la cohorte 2019 se acercó a la categoría

NA. La cohorte 2024 mostró un perfil intermedio. Este análisis es exploratorio y dado el tamaño reducido de las cohortes, la prueba de independencia no mostró asociación estadísticamente significativa (χ^2 = 20.20, p = .164), pero es coherente con la tendencia descriptiva observada.

Figura 5

Mapa de correspondencia entre cohortes y nivel de dominio



Nota. Las dos dimensiones explican el 80.5% de la inercia. La cercanía entre puntos indica asociación de forma exploratoria. Elaborada con RStudio.

Después de haber explorado los datos recolectados y con el objetivo de llegar a conclusiones sólidas en esta investigación, se presentan los resultados de otras pruebas estadísticas.

- *Análisis inferencial*

Cabe mencionar que los estudiantes en los diferentes periodos escolares son distintos entre sí por tanto se utilizó la prueba estadística para la comparación de dos muestras independientes.

Las variables de interés fueron las calificaciones finales obtenidas al implementar respectivamente cada uno de los métodos de enseñanza en la asignatura Estructuras de Datos, se trabajó con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Primeramente, se realizaron las pruebas de normalidad con la estadística de Shapiro-Wilk (Arcones & Wang, 2006; Lilliefors, 1967) a todos las muestras de calificaciones por curso escolar y por método, esto se puede observar en las Figuras 6 y 7.

Figura 6

Resultados de prueba de normalidad Shapiro-Wilk para las calificaciones del MET por período académico y acumulado

```
> shapiro.test(MET2018)

        Shapiro-Wilk normality test

data:  MET2018
W = 0.67268, p-value = 0.0006803
```

```
> shapiro.test(MET2019)

        Shapiro-Wilk normality test

data:  MET2019
W = 0.78919, p-value = 0.005086
```

```
> shapiro.test(MET2023)

        Shapiro-Wilk normality test

data:  MET2023
W = 0.85338, p-value = 0.01208
```

```
> shapiro.test(MET)

        Shapiro-Wilk normality test

data:  MET
W = 0.80069, p-value = 8.685e-06
```

Nota. Resultados de RStudio.

Figura 7

Resultados de prueba de normalidad Shapiro-Wilk para las calificaciones del MEBPC por período académico y acumulado

```
> shapiro.test(MEBPC2024)

        Shapiro-Wilk normality test

data:  MEBPC2024
W = 0.86885, p-value = 0.02612

> shapiro.test(MEBPC2025)

        Shapiro-Wilk normality test

data:  MEBPC2025
W = 0.77987, p-value = 0.0005914

> shapiro.test(MEBPC2026)

        Shapiro-Wilk normality test

data:  MEBPC2026
W = 0.89037, p-value = 0.047

> shapiro.test(MEBPC)

        Shapiro-Wilk normality test

data:  MEBPC
W = 0.83416, p-value = 4.16e-06
```

Nota. Resultados de RStudio.

Se observa que, en todos los casos, los p-valores obtenidos son menores que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$, lo que indica que hay evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, se concluye que los datos de MET y MEBPC no se distribuyen normalmente en cualquiera de los casos. Para una mejor visualización, los resultados se sintetizan en la Tabla 8.

Tabla 8

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk por grupo

Grupo	N	W	p-valor	¿Distribución Normal? (p-valor > 0.05)
MET 2018	9	0.67268	0.0006803	No

MET 2019	13	0.78919	0.005086	No
MET 2023	17	0.85338	0.01208	No
MET acumulado	39	0.80069	8.685e-06	No
MEBPC 2024	16	0.86885	0.02612	No
MEBPC 2025	19	0.77987	0.0005914	No
MEBPC 2026	17	0.89037	0.047	No
MEBPC acumulado	52	0.83416	4.16e-06	No

Dado que, en todos los casos, los datos no proceden de una distribución normal, se usó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney (Wackerly et al., 2010) con el propósito de determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre las calificaciones obtenidas mediante el método tradicional MET y el método propuesto MEBPC, ver Figura 8.

Para tal caso se planteó la siguiente hipótesis:

$$H_0 : \mu_{MET} = \mu_{MEBPC}$$
$$H_1 : \mu_{MET} \neq \mu_{MEBPC}$$

Figura 8

Prueba paramétrica U de Mann-Whitney para la comparación de muestras de calificaciones entre MET y MEBPC por intervención acumulada

```
> mann_whitney

        Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data:  MET and MEBPC2024
W = 287, p-value = 0.6494
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

```
> mann_whitney

        Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data:  MET and MEBPC2025
W = 587.5, p-value = 0.3058
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

```
> mann_whitney

        Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data:  MET and MEBPC2026
W = 833, p-value = 0.1474
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

Nota. Resultados de RStudio.

Dado que los resultados de la prueba U de Mann-Whitney pueden verse afectado por el tamaño. de la muestra, se calculó adicionalmente el tamaño del efecto (estadístico r de Wilcoxon), para cuantificar la magnitud de la diferencia entre los métodos, comparados de forma independiente al número de observaciones.

La interpretación de la magnitud del tamaño del efecto se realizó de acuerdo con los criterios establecidos por Cohen (1988) según los cuales valores absolutos de r comprendidos entre 0.10 y 0.29 indican un efecto pequeño, entre 0.30 y 0.49 un efecto mediano y valores iguales o superiores a 0.50 un efecto grande, los resultados se muestran en la Figura 9.

Figura 9

Cálculo del tamaño de efecto entre MET y MEBPC por intervención acumulada

```
> efecto_2024 <- wilcox_effsize(df_2024, Calificaciones ~ Metodo)
> efecto_2024
# A tibble: 1 × 7
  .y.            group1    group2 effsize    n1    n2 magnitude
* <chr>          <chr>     <chr>    <dbl> <int> <int> <ord>
1 Calificaciones MEBPC2024 MET     0.0625    16    39 small
```

```
> efecto_2025 <- wilcox_effsize(df_2025, Calificaciones ~ Metodo)
> efecto_2025
# A tibble: 1 × 7
  .y.            group1    group2 effsize    n1    n2 magnitude
* <chr>          <chr>     <chr>    <dbl> <int> <int> <ord>
1 Calificaciones MEBPC2025 MET      0.120    35    39 small
```

```
> efecto_acumulado <- wilcox_effsize(df_acumulado, Calificaciones ~ Metodo)
> efecto_acumulado
# A tibble: 1 × 7
  .y.            group1    group2 effsize    n1    n2 magnitude
* <chr>          <chr>     <chr>    <dbl> <int> <int> <ord>
1 Calificaciones MEBPC2026 MET      0.152    52    39 small
```

Nota. Resultados de RStudio.

Con el propósito de facilitar su interpretación conjunta, en la Tabla 9 se presentan los resultados de la prueba U de Mann-Whitney y del tamaño del efecto (estadístico r), para cada una de las comparaciones realizadas entre el método tradicional MET y el método MEBPC.

Al integrar los resultados de ambos estadísticos de prueba, se identificó que el p-valor es mayor al nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) en todos los casos, indicando que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las distribuciones de las calificaciones de ambos métodos, sin embargo, se observó un patrón consistente, el p-valor de la prueba U de Mann-Whitney disminuye progresivamente conforme avanza la implementación del MEBPC. Por otro lado, el tamaño del efecto es pequeño en todos los casos, pero de igual forma se observa que el valor de r aumenta de manera paulatina. Este comportamiento conjunto es consistente con una posible acentuación gradual de la diferencia entre métodos,

aunque el reducido número de cohortes comparadas (n=3) impide interpretar este patrón como una tendencia confirmada.

Tabla 9

Resultados de la prueba U de Mann-Whitney y del tamaño del efecto por período académico y acumulado

Grupo	N (MET)	N (MEBPC)	W	p-valor	r (Efecto)	Magnitud del efecto
MET vs MEBPC2024	39	16	287	0.6494	0.0625	Pequeño
MET vs MEBPC2025	39	35	587.5	0.3058	0.120	Pequeño
MET vs MEBPC2026	39	52	833	0.1474	0.152	Pequeño

4.1.2 Análisis del cuestionario de percepción

Para el análisis de los datos se emplearon las herramientas Microsoft Excel y RStudio. A través de la retroalimentación directa por parte de los estudiantes, se pudo explorar cómo este método de enseñanza influyó en sus experiencias de aprendizaje (Bloque 1), cómo percibieron su eficacia en la adquisición de habilidades (Bloque 2), como percibieron el atractivo y la pertinencia del método (Bloque 3), y finalmente el instrumento también permite a los estudiantes valorar su propio esfuerzo y compromiso académico con el curso (Bloque 4). Estos resultados no solo nos dan una aproximación sobre la efectividad de la estrategia en sí, sino que también ofrecen guías sobre áreas de mejora y potenciales ajustes para optimizar su implementación en lo sucesivo.

La presentación de los resultados se organiza por bloque y se muestran en dos apartados complementarios. En primer lugar, se expone una comparativa entre las percepciones estudiantiles de los cursos 2024, 2025 y 2026. Posteriormente, se integran los datos de todos cursos con el propósito de analizar las percepciones de una muestra de mayor tamaño, lo que permite obtener una visión más robusta y

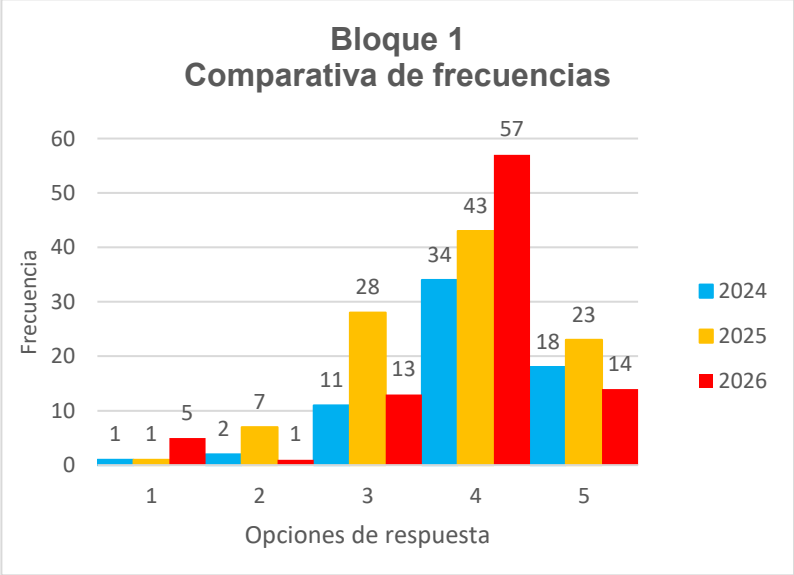
representativa de la opinión estudiantil. Al finalizar se presenta una síntesis global de la percepción estudiantil de las cohortes 2024, 2025 y 2026.

Bloque 1

Al comparar las respuestas de las cohortes 2024, 2025 y 2026, se observa que la percepción de los estudiantes sobre el nivel de comprensión de las estructuras de datos con el método MEBPC es en su mayoría positiva en los tres cursos, concentrándose las frecuencias (Figura 10) y porcentajes (Figura 11) en las opciones 4 de la escala. En 2026 se observa un incremento de la proporción de respuestas en la opción 1 respecto a 2024 y 2025, sin embargo, en general la tendencia continúa favorable.

Figura 10

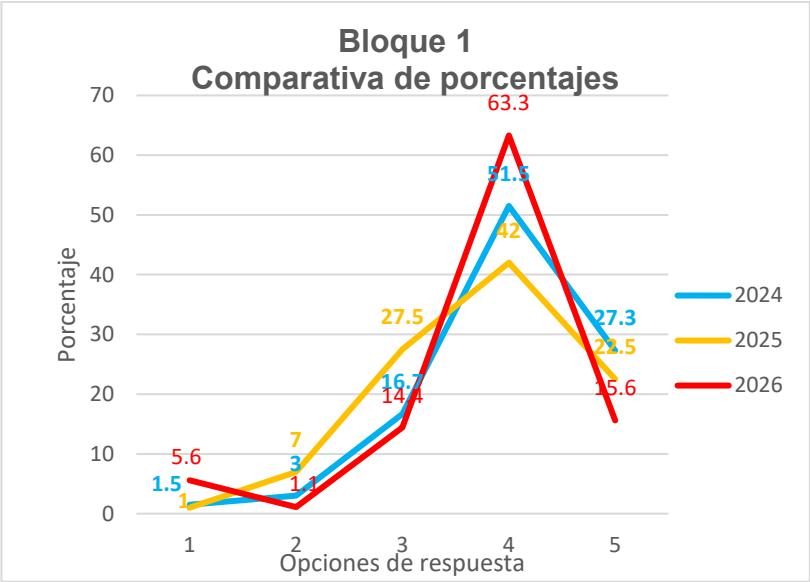
Bloque 1: Frecuencias del nivel de comprensión de las estructuras con el MEBPC



Nota. Elaborada con Microsoft Excel.

Figura 11

Bloque 1: Porcentajes del nivel de comprensión de las estructuras con el MEBPC

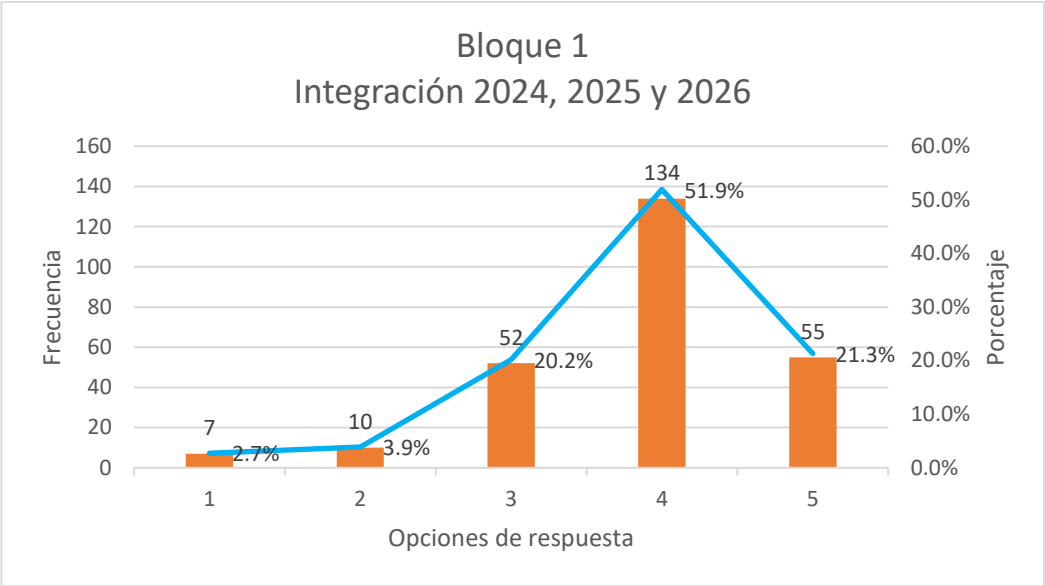


Nota. Elaborada con Microsoft Excel.

La gráfica del bloque1 que integra los cursos 2024, 2025 y 2026 se presenta en la Figura 12 y muestra que el 51.9% de las respuestas se concentran en la opción 4 y el 21.3% en la opción 5, mientras que la opción 3 alcanza el 20.2%. Tanto la mediana como la moda de los ítems que conforman el bloque 1 es 4, lo cual refuerza la consistencia en la valoración favorable del método. La presencia de respuestas negativas es menor (2.7% en opción 1 y 3.9% en opción 2). Esto refuerza la tendencia observada en las gráficas comparativas: la percepción global es mayoritariamente positiva, aunque con una ligera dispersión hacia la opción intermedia, reflejo de algunas percepciones moderadas. La visualización integral permite confirmar una evaluación predominantemente favorable del método (73.2%) en este bloque.

Figura 12

Bloque 1: Nivel de comprensión de las estructuras con el MEBPC, 2024 - 2026



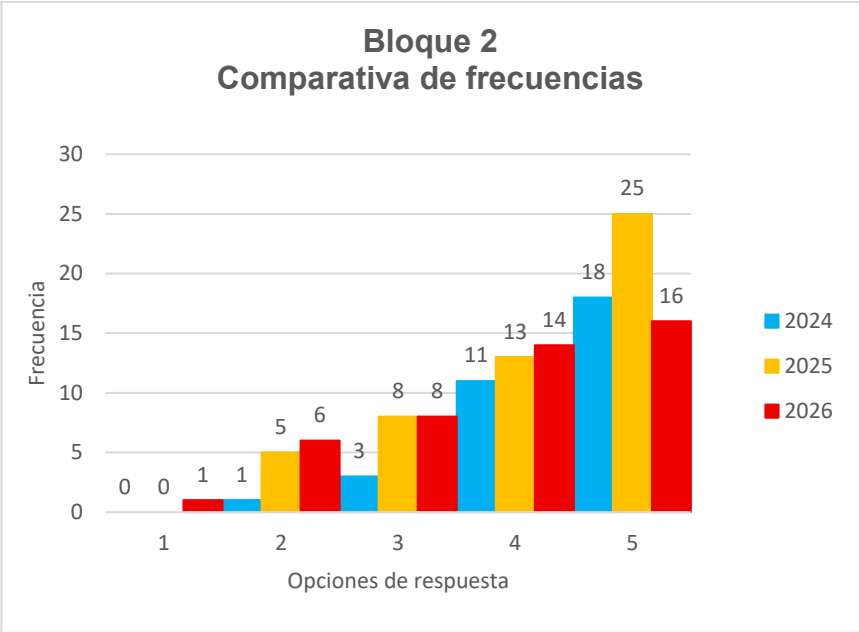
Nota. Elaborada con Microsoft Excel.

Bloque 2

Este bloque presenta la percepción de los estudiantes sobre el nivel de eficacia del método MEBPC para la adquisición de habilidades de resolución de problemas y de programación. Se observa que, al comparar las respuestas de 2024, 2025 y 2026, este bloque presenta mayor concentración de respuestas en la opción 5, lo que evidencia un nivel sobresaliente de la percepción de la eficacia del método MEBPC para la adquisición de habilidades. Las opciones bajas prácticamente registran mínimas respuestas, lo que indica que, para estos aspectos, la percepción positiva es consistente y robusta entre los estudiantes de los tres cursos, ver Figuras 13 y 14.

Figura 13

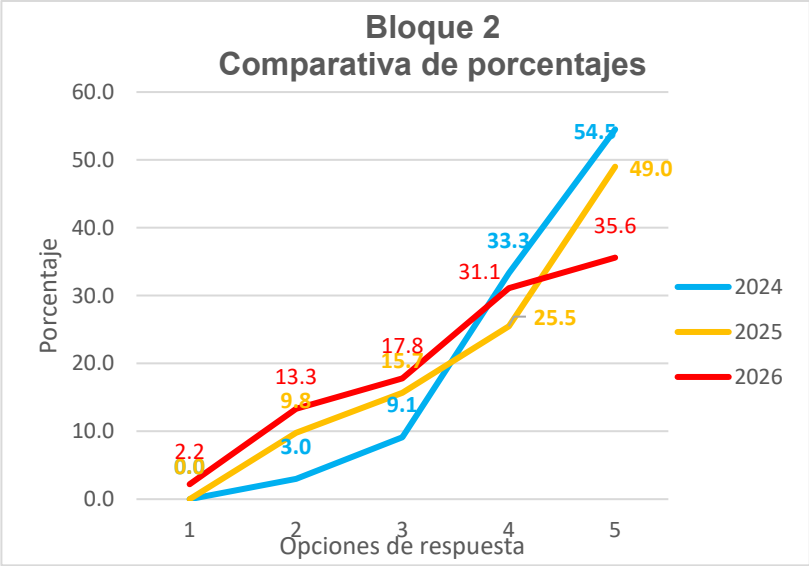
Bloque 2: Frecuencias sobre la percepción de eficacia del MEBPC



Nota. Elaborada con Microsoft Excel.

Figura 14

Bloque 2: Porcentajes sobre la percepción de eficacia del MEBPC



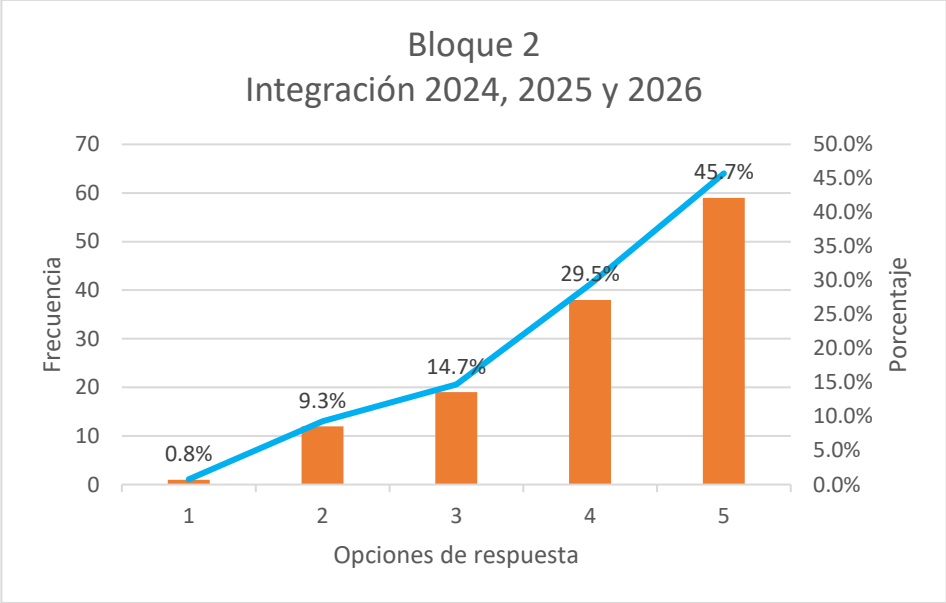
Nota. Elaborada con Microsoft Excel.

En la Figura 15 se presenta la gráfica integradora de los cursos 2024, 2025 y 2026, se aprecia que el 45.7% de los estudiantes seleccionaron la opción 5 y otro 29.5%

la opción 4, el valor de la mediana es 4 y la moda es 5. Las opciones 1, 2 y 3 registran un porcentaje bajo de respuestas.

Figura 15

Bloque 2: Percepción de la eficacia del método MEBPC, 2024 - 2026



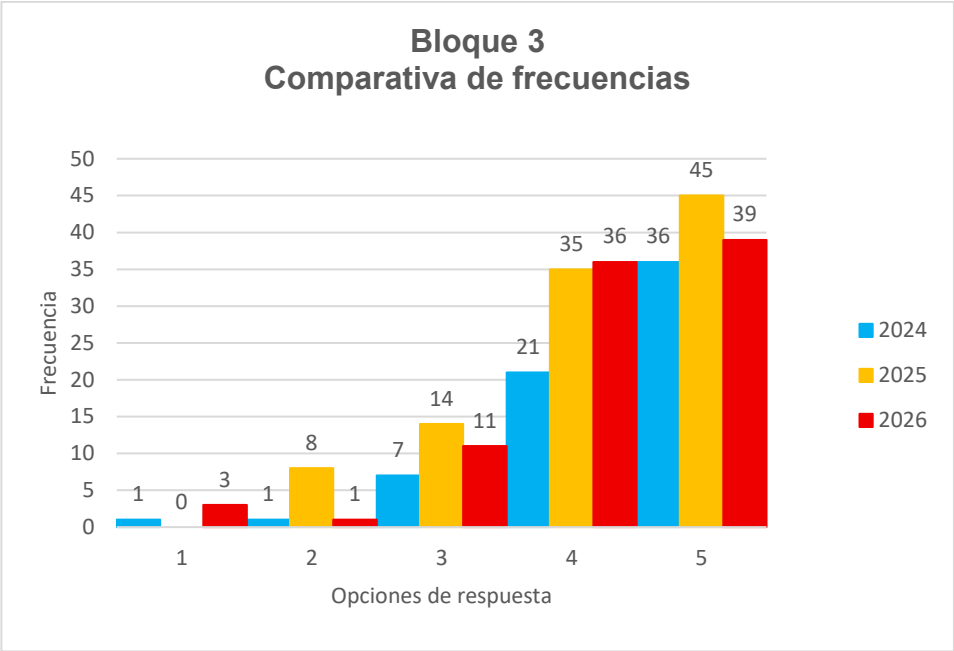
Nota. Elaborada con Microsoft Excel.

Bloque 3

Este bloque presenta la percepción de los estudiantes sobre el atractivo y la pertinencia del método MEBPC y de manera similar a lo observado en el bloque anterior la tendencia se mantiene predominantemente en la opción 5, destaca que en 2024 el 54.6% de los estudiantes registraron esta opción. Según lo que se observa en las gráficas, se tiene una percepción muy positiva en los tres años lo que sugiere que los estudiantes reconocen de forma destacada los aspectos medidos en este bloque, ver Figuras 16 y 17.

Figura 16

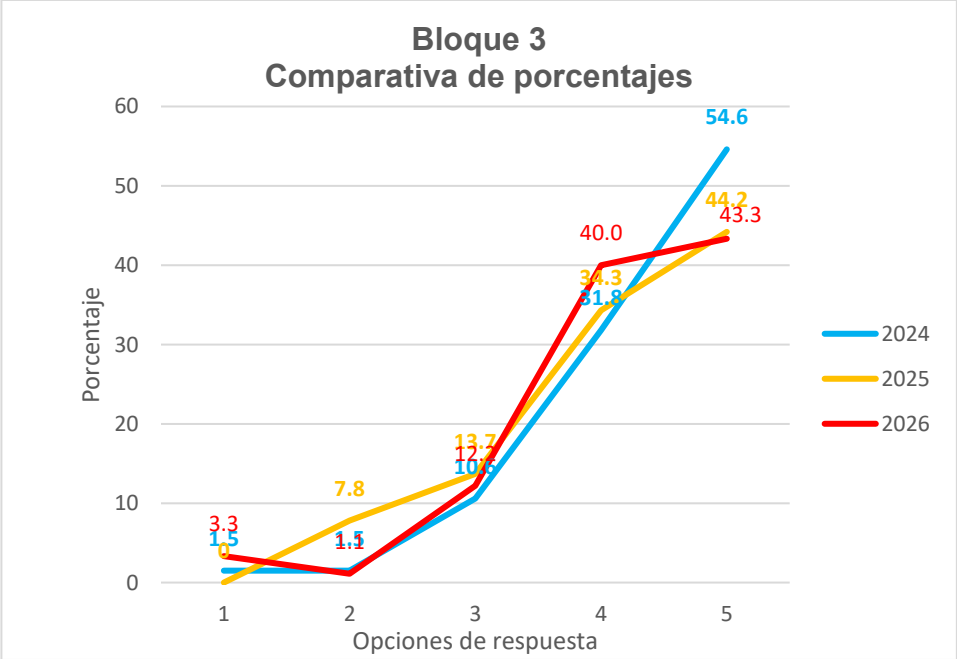
Bloque 3: Frecuencias sobre el atractivo y la pertinencia del MEBPC



Nota. Elaborada con Microsoft Excel.

Figura 17

Bloque 3: Porcentajes sobre el atractivo y la pertinencia del MEBPC

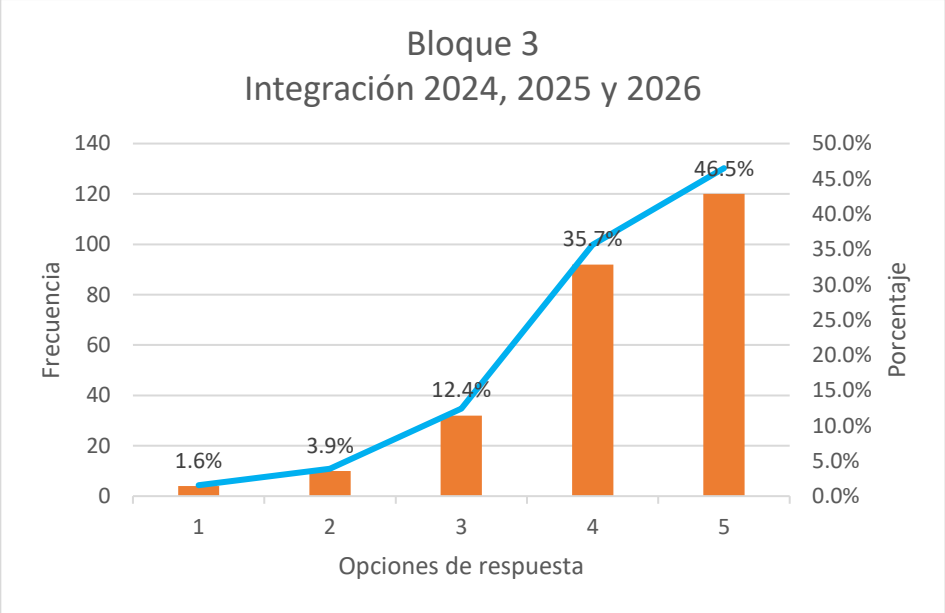


Nota. Elaborada con Microsoft Excel.

El análisis de la gráfica de la Figura 18 indica que el 46.5% de las respuestas se sitúan en la opción 5 y el 35.7% en la opción 4, la opción 3 alcanza el 12.4%. Esto demuestra, una vez más, una tendencia muy positiva, con la mediana y la moda situadas en los valores superiores de la escala, 4 y 5 respectivamente. La ligera presencia de respuestas en la opción intermedia no altera la tendencia global. La gráfica integrada corrobora el nivel de reconocimiento favorable (82.2%) hacia los ítems de atractivo y pertinencia del método, lo que representa la concentración más alta de todos los bloques, siendo este bloque el de mayor satisfacción estudiantil.

Figura 18

Bloque 3: Percepción del atractivo y la pertinencia del MEBPC, 2024 - 2026



Nota. Elaborada con Microsoft Excel.

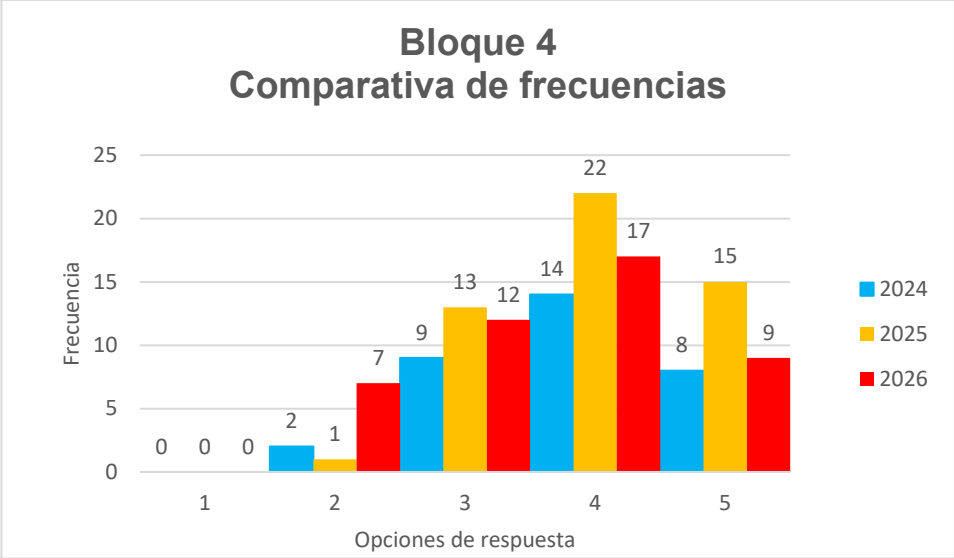
Bloque 4

En este bloque o dimensión se mide como perciben los estudiantes su nivel de compromiso con el taller de programación competitiva, esto con respecto a su asistencia, resolución de los ejercicios y su desempeño. En este sentido, una mayoría significativa 66.6% manifiesta sentirse comprometido con la estrategia de

intervención, sin embargo, el 27.3% no tiene una opinión al respecto y el 6.1% indica que le ha faltado compromiso, esto se puede apreciar en las Figuras 19 y 20.

Figura 19

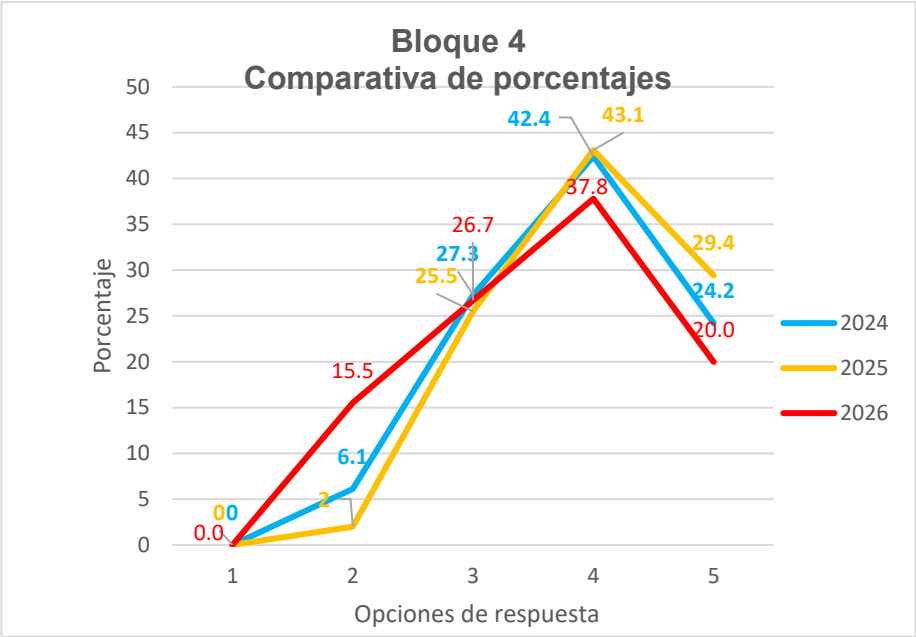
Bloque 4: Frecuencias sobre el propio esfuerzo y el compromiso con el curso



Nota. Elaborada con Microsoft Excel.

Figura 20

Bloque 4: Porcentajes sobre el propio esfuerzo y el compromiso con el curso

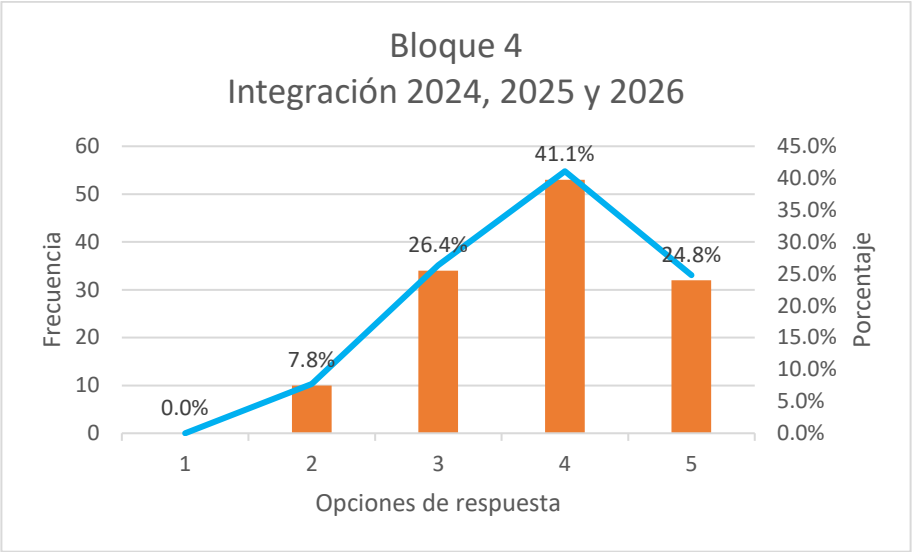


Nota. Elaborada con Microsoft Excel.

Para este bloque, la Figura 21 muestra que el 41.1% de las respuestas se ubican en la opción 4 y la opción 3 agrupa un 26.4% de las respuestas. El valor de la mediana y la moda del bloque 4 es 4 lo cual demuestra que la valoración del esfuerzo propio y el compromiso con el curso es positiva en términos generales, sin embargo, existe una cantidad significativa de estudiantes con una valoración neutral o que aún no consolida una valoración favorable de su propio esfuerzo y compromiso.

Figura 21

Bloque 4: Percepción del propio esfuerzo y el compromiso 2024 - 2026



Nota. Elaborada con Microsoft Excel.

En resumen, para una visión integral de los resultados, se presentaron tanto las frecuencias absolutas como los porcentajes de respuesta por bloque y año. En ambos formatos, la mayor parte de las respuestas se concentran en los valores superiores de la escala para los bloques 1, 2 y 3, lo cual refleja una percepción predominantemente positiva respecto al método MEBPC.

Los bloques 2 y 3 destacan particularmente, con un alto porcentaje de las respuestas en las opciones 4 y 5, especialmente la 5, lo que indica una valoración sobresaliente por parte del estudiantado en los aspectos de eficacia, atractivo y pertinencia. En el año 2025 y 2026 se observa una leve dispersión hacia las opciones intermedias y bajas, aunque la tendencia positiva se mantuvo sólida. Este matiz puede atribuirse a variaciones naturales entre cohortes o a factores contextuales, siendo este último factor mencionado por los mismos estudiantes en el estudio cualitativo de la investigación. En general, la percepción global permanece favorable, sin incrementos significativos en valoraciones negativas, lo que respalda la solidez del método.

En el bloque 4 se observa un comportamiento diferente y más moderado con respecto a los tres primeros bloques, siendo que el 67.5 % de los estudiantes ubica su propio esfuerzo y compromiso entre neutral y de acuerdo.

Las gráficas integradas por bloque permiten visualizar de manera clara y global el consenso positivo entre los participantes, lo que aporta solidez y representatividad al análisis de resultados y confirma la robustez de la aceptación del método.

4.1.3 Análisis del cuestionario de motivación

En este apartado se describen los resultados del cuestionario adaptado del MSLQ en el contexto del curso Estructuras de Datos, en el cual se implementó un método de enseñanza basado en programación competitiva.

a) Componente de Valor

El análisis del componente de valor del MSLQ muestra en la Tabla 10, que los estudiantes atribuyen una alta importancia a las metas intrínsecas y al valor de la tarea, es decir que dentro de este entorno de aprendizaje, los alumnos se sienten motivados principalmente por el interés personal en el dominio de los contenidos y por el significado que encuentran en las actividades realizadas más que por recompensas externas dado que la orientación hacia metas extrínsecas resultó menos relevante y con una mayor variabilidad entre los estudiantes. En general, estos resultados sugieren que la implementación de la programación competitiva como método de enseñanza en el curso Estructuras de Datos contribuye a fortalecer en los estudiantes la percepción de utilidad del aprendizaje y a potenciar su orientación hacia metas intrínsecas. Se puede apreciar que en los tres cursos fue valorado de manera muy similar.

Tabla 10

Componente de valor por subescalas

Componente	Subescala	2024		2025		2026	
		Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
De Valor	Orientación hacia metas intrínsecas	5.6	1.0	5.7	1.1	5.2	1.2

	Orientación hacia metas extrínsecas	4.9	1.7	5.4	1.3	4.7	1.4
	Valor de la tarea	5.7	1.0	6.1	0.9	5.5	1.2
Promedio del componente		5.5	1.3	5.8	1.1	5.2	1.3

b) Componente de expectativa

El análisis del componente de expectativa en la Tabla 11**,** muestra que los estudiantes perciben una fuerte capacidad para influir en sus resultados académicos y confían en sus habilidades para aprender y en su desempeño. La media del componente de expectativa destaca una percepción positiva en la autoconfianza y en la capacidad de gestionar su propio aprendizaje. Lo anterior destaca que el método basado en programación competitiva contribuye en aspectos fundamentales para el compromiso académico y el éxito en su formación.

Tabla 11

Componente de expectativa por subescalas

Componente	Subescala	2024		2025		2026	
		Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
De Expectativa	Creencias de control	5.3	1.4	5.6	1.4	5.3	1.3
	Autoeficacia para aprendizaje y el desempeño	5.5	1.2	5.7	1.3	5.0	1.2
Promedio del componente		5.4	1.2	5.6	1.3	5.1	1.2

c) Componente afectivo

Este componente se conforma por cinco ítems de la subescala de ansiedad, cuya interpretación es inversa ya que un valor alto indica altos niveles de ansiedad.

En la Tabla 12, se muestran los resultados de la subescala de ansiedad y se puede apreciar que, en promedio, los estudiantes experimentaron niveles moderados de ansiedad en los cursos 2024, 2025 y 2026. También se observa una alta variabilidad de las percepciones.

Tabla 12

Componente afectivo por ítems

Ítem	2024		2025		2026	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
3	3.8	1.5	4.2	2.1	3.8	1.9
8	4.6	1.7	4.7	1.5	4.4	1.5
14	4.1	1.4	5.3	1.6	4.7	1.8
19	3.6	2.0	3.4	1.7	4.1	1.6
28	3.6	1.9	4.5	1.9	3.7	2.2
Promedio	3.95	1.4	4.4	1.8	4.2	1.8

d) Análisis de la Motivación y la Ansiedad con el MEBPC

Motivación

El nivel de motivación se calculó a partir del promedio de los ítems que conforman las subescalas de valor y expectativa del MSLQ, como sugiere (Pintrich et al., 1991), la ansiedad es excluida en el análisis debido a su influencia negativa sobre el promedio motivacional. Con el fin de analizar la motivación de los estudiantes hacia el curso Estructuras de Datos, se presentan tres tipos de visualizaciones complementarias.

En las Figuras 22, 23 y 24 se puede apreciar el perfil motivacional de cada cohorte hacia el curso Estructuras de Datos, esta visualización, permite analizar en detalle la estructura interna de la motivación, para ello se graficaron por separado los subcomponentes que integran los constructos Valor y Expectativa según el MSLQ. Esta decisión obedece a que cada uno mide una dimensión conceptualmente distinta, por un lado, la gráfica refleja las diferentes razones por la que el estudiante considera importante el curso Estructuras de Datos (Valor Intrínseco, Valor Extrínseco y Valor de la Tarea) y sobre las distintas dimensiones de la confianza del estudiante en su propio desempeño dentro del curso (Control del Aprendizaje y Autoeficacia).

Las gráficas muestran como el Valor por la tarea, caja gris, se ubica consistentemente como el subcomponente más alto con medianas entre 6.0 y 6.5 y cajas compactas lo cual confirma que los estudiantes perciben el contenido del curso como relevante y útil. Por otro lado, el valor extrínseco, caja naranja, es el subcomponente con valores más bajos y variables en los tres años, con medianas cercanas a 5.0 y bigotes que bajan hasta 3.5 en 2024 y valores atípicos cercano a 3.0 en 2026, indicando que la motivación orientada a las recompensas externas es la más débil y heterogénea del perfil. El valor intrínseco, el control del aprendizaje y la autoeficacia, cajas azules y amarillas, se mantienen en rangos intermedios entre 5.5 y 6.0 con dispersión moderada en 2024 y 2025. También destaca que en 2026 todos los subcomponentes presentaron una ligera tendencia a la baja y valores atípicos notablemente bajos, esto indica la presencia de estudiantes con un perfil motivacional por debajo del resto del grupo.

Figura 22

Perfil motivacional MSLQ hacia el curso Estructuras de Datos 2024



Nota. Elaborada con Microsoft Excel.

Figura 23

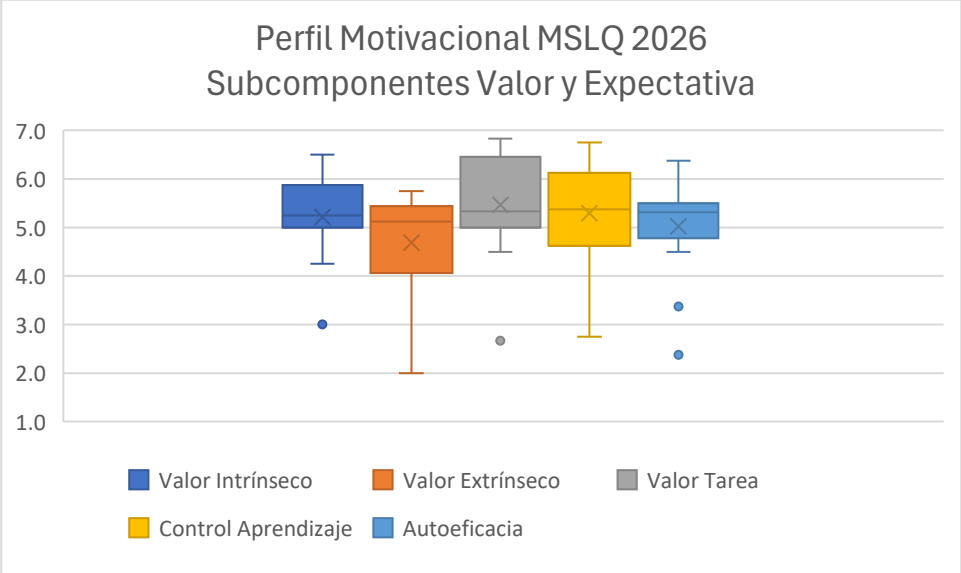
Perfil motivacional MSLQ hacia el curso Estructuras de Datos 2025



Nota. Elaborada con Microsoft Excel.

Figura 24

Perfil motivacional MSLQ hacia el curso Estructuras de Datos 2026



Nota. Elaborada con Microsoft Excel.

Con el propósito de examinar el comportamiento de los componentes motivacionales en el curso Estructuras de Datos, se presenta una gráfica comparativa que permite analizar los constructos de Valor y Expectativa como

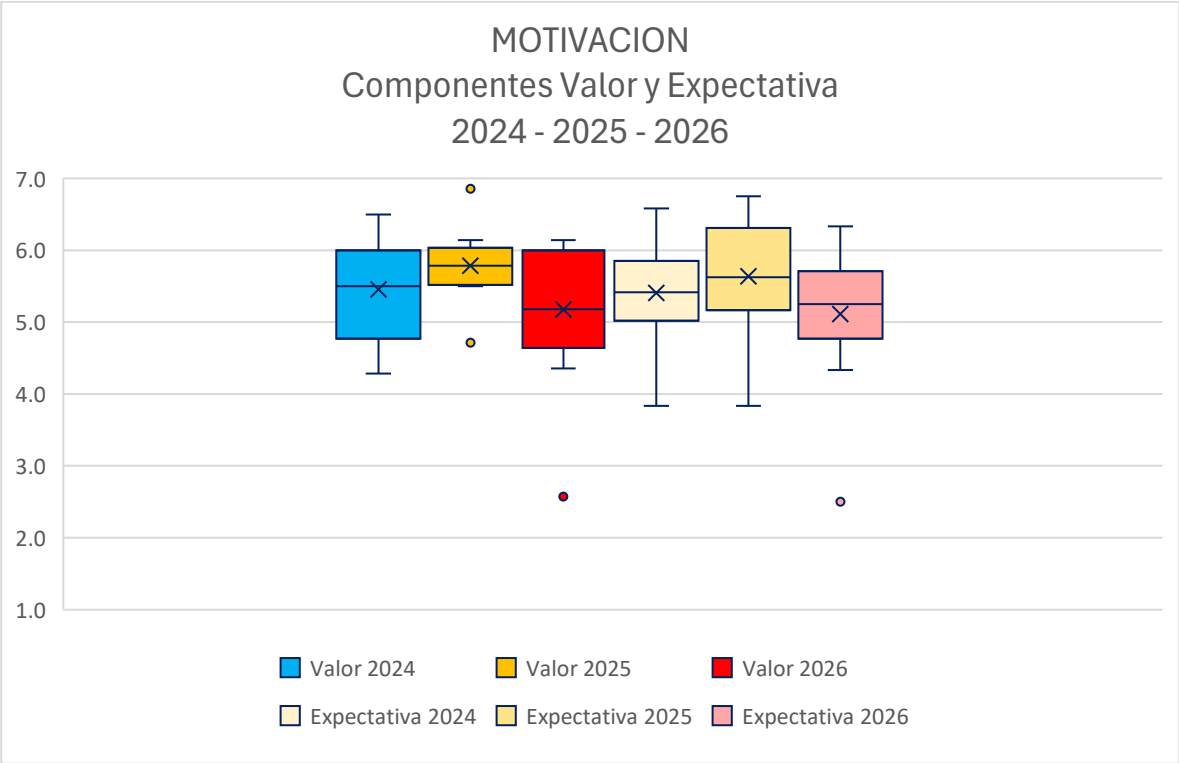
unidades separadas para las tres cohortes simultáneamente y observar, por un lado, el nivel y la dispersión de cada constructo dentro de cada cohorte y por otro, las diferencias entre años para cada componente por separado.

En la Figura 25 se observa que el componente Valor de la cohorte 2025 registra la mediana más alta (5.75) con una caja compacta que refleja alta homogeneidad, seguida de 2024 (5.5) con mayor dispersión y un rango intercuartílico amplio que desciende hasta 4.5, mientras que 2026 presenta la mediana más baja (5.2) y la caja más extensa, con valores atípicos en 4.7, indicando mayor heterogeneidad y una tendencia decreciente respecto a los años anteriores. En el componente Expectativa, las medianas son más similares entre cohortes, ubicándose alrededor de 5.4 en 2024, 5.6 en 2025 y 5.1 en 2026, aunque los tres años presentan bigotes que descienden hasta aproximadamente 3.8 y valores atípicos cercanos a 2.6, lo que evidencia la presencia de estudiantes con niveles de expectativa considerablemente bajos respecto al resto del grupo.

Considerando que el MSLQ emplea una escala de 1 a 7, las medianas observadas sitúan a todas las cohortes en un nivel moderadamente alto, entre 5 y 6, lo que refleja una motivación positiva en términos generales. Sin embargo, se aprecia una tendencia decreciente en 2026 en ambos componentes, más evidente en Valor que en Expectativa, sugiriendo que los estudiantes de esa cohorte perciben el contenido del curso como menos relevante y muestran menor confianza en su desempeño.

Figura 25

Componentes de la motivación hacia el curso Estructuras de Datos por cohorte



Nota. Elaborada con Microsoft Excel.

Finalmente, se presenta un tercer análisis que integra ambos constructos en un único indicador motivacional por cohorte, como se indica en Pintrich (1991), con el propósito de facilitar una comparación sintética del nivel motivacional general entre los tres cursos. Primeramente, se presentan los indicadores tabulados y posteriormente una gráfica para un análisis más visual.

En la Tabla 13 se aprecia que, para clasificar los niveles de motivación como bajos, intermedios o altos, se utilizaron los percentiles 25 y 75 de la distribución de los puntajes dentro del grupo, lo que permite una categorización relativa conforme a la variabilidad de la muestra. Los percentiles como puntos de corte clasificaron a los estudiantes en tres niveles: bajo, para menores que el percentil 25, intermedio quienes se ubican entre los percentiles 25 y el 75 y alto para un valor mayor al percentil 75.

Según se observa, la media grupal de motivación para los tres cursos indica una tendencia hacia un nivel de motivación moderadamente alto. Sin embargo, la presencia de un porcentaje importante de estudiantes en el nivel bajo, especialmente en la cohorte 2026, evidencia la diversidad de percepciones y actitudes hacia los cursos, lo cual podría deberse a factores individuales o contextuales.

Tabla 13

Porcentaje de estudiantes según nivel de motivación por cohorte

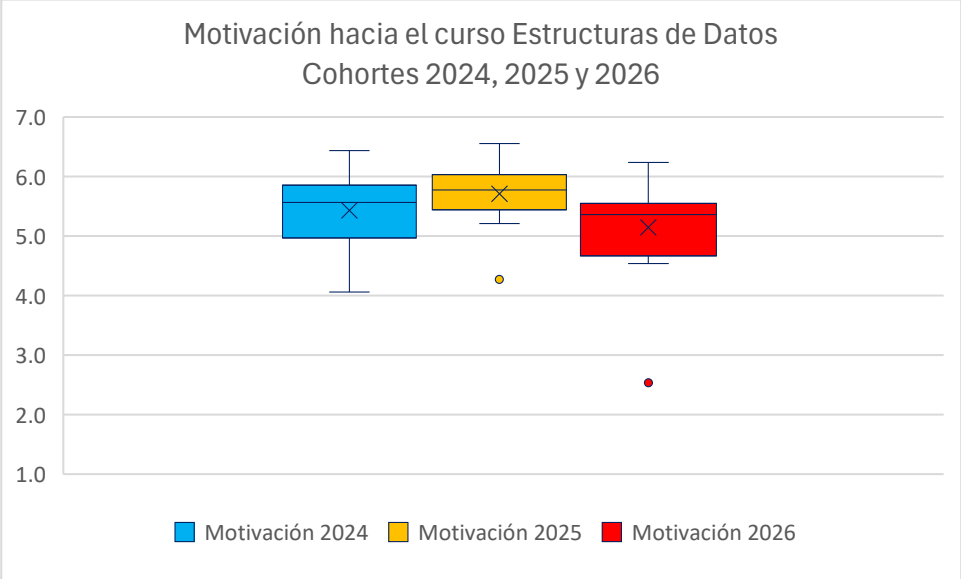
Curso	N	Media	Mediana	D.E	<	Percentiles		>
						25	75	
						5.0	5.9	
2024	16	5.4	5.6	0.7	**Bajo**	**Moderado**		**Alto**
					25%	56%		19%
						5.4	6.0	
2025	12	5.7	5.8	0.6	**Bajo**	**Moderado**		**Alto**
					25%	50%		25%
						4.7	5.6	
2026	16	5.1	5.4	0.9	**Bajo**	**Moderado**		**Alto**
					31%	44%		25%

En la Figura 26 se presenta una gráfica integrada y global del nivel motivacional, como indicador único, de los estudiantes del curso Estructuras de Datos en cada cohorte. En ella puede apreciar que la cohorte 2025 registra la mediana más alta (5.8) con una caja compacta y simétrica que refleja alta homogeneidad entre sus estudiantes, lo que indica un grupo motivacionalmente consistente. La cohorte 2024 presenta una mediana similar (5.6) pero con una caja más amplia y un bigote inferior que desciende hasta 4.1, evidenciando mayor variabilidad interna. La cohorte 2026 muestra la mediana más baja (5.4) con una caja de tamaño moderado y un valor

atípico notablemente bajo cercano a 2.6, lo que señala la presencia de al menos un estudiante con un nivel motivacional considerablemente alejado del resto del grupo. En términos generales, las tres cohortes se ubican en un nivel moderadamente alto de la escala entre 5 y 6, lo que refleja una motivación positiva hacia el curso Estructuras de Datos. Sin embargo, se observa una tendencia decreciente de 2025 a 2026, siendo este último el año con la motivación más baja y la mayor presencia de valores extremos. Ninguna cohorte alcanza niveles óptimos cercanos al extremo superior de la escala, y la distancia entre 2025 y 2026 sugiere que algo ocurrió en esa cohorte que afectó la percepción de relevancia del curso y la confianza de los estudiantes en su propio desempeño.

Figura 26

Motivación hacia el curso Estructuras de Datos por cohorte



Nota. Elaborada con Microsoft Excel.

Ansiedad

Según el MSLQ, ubicar a un estudiante en el cuartil superior de su cohorte en esta escala equivale a considerarlo con alta ansiedad, mientras que estar cerca del mínimo significa que muestra bajo nivel de ansiedad. Cabe resaltar que, en los

análisis de motivación general, la ansiedad es excluida debido a su influencia negativa sobre el promedio motivacional.

La Tabla 14 y la Figura 27 presentan de manera complementaria los niveles de ansiedad hacia el curso Estructuras de Datos para las cohortes 2024, 2025 y 2026. En la tabla se observa que las medias oscilan entre 4.0 y 4.4 y las medianas entre 4.0 y 4.8, con desviaciones estándar de 1.3 a 1.4 que indican una dispersión homogénea entre cohortes.

En cuanto a los niveles, el 50% de los estudiantes de 2024 se ubica en ansiedad moderada con un 25% en nivel bajo y 25% en nivel alto, mientras que 2025 concentra el 58% en nivel moderado con solo el 17% en nivel alto. Llama la atención la cohorte 2026, con el 37.5% en nivel bajo y 37.5% en moderado, y un 25% en nivel alto, lo que sumado a una media de 4.2 evidencia mayor polarización entre sus estudiantes. La gráfica confirma estos hallazgos mostrando que 2025 tiene la caja más compacta y desplazada hacia valores intermedios-altos, mientras que 2024 y 2026 presentan mayor dispersión con valores atípicos notables, siendo especialmente llamativo el valor cercano a 1.5 en 2024 y los valores cercanos a 1.4 en 2025.

Considerando que en el MSLQ la ansiedad es un componente afectivo donde puntuaciones más altas indican mayor ansiedad, los valores observados cerca del punto medio de la escala sugieren niveles de ansiedad moderados en las tres cohortes, lo que no es necesariamente negativo ya que cierto nivel de ansiedad puede funcionar como activador del rendimiento académico (Liu et al., 2021). Destacan también la presencia de valores atípicos bajos en 2024 y 2025 que evidencian estudiantes con ansiedad muy reducida, mientras que los bigotes superiores que alcanzan valores entre 5.8 y 6.5 señalan que una proporción de estudiantes experimenta niveles de ansiedad elevados. Por otra parte, en 2026 se observa mayor dispersión y una distribución más polarizada entre niveles bajo y moderado lo cual podría estar relacionada con el descenso motivacional observado en esa misma cohorte.

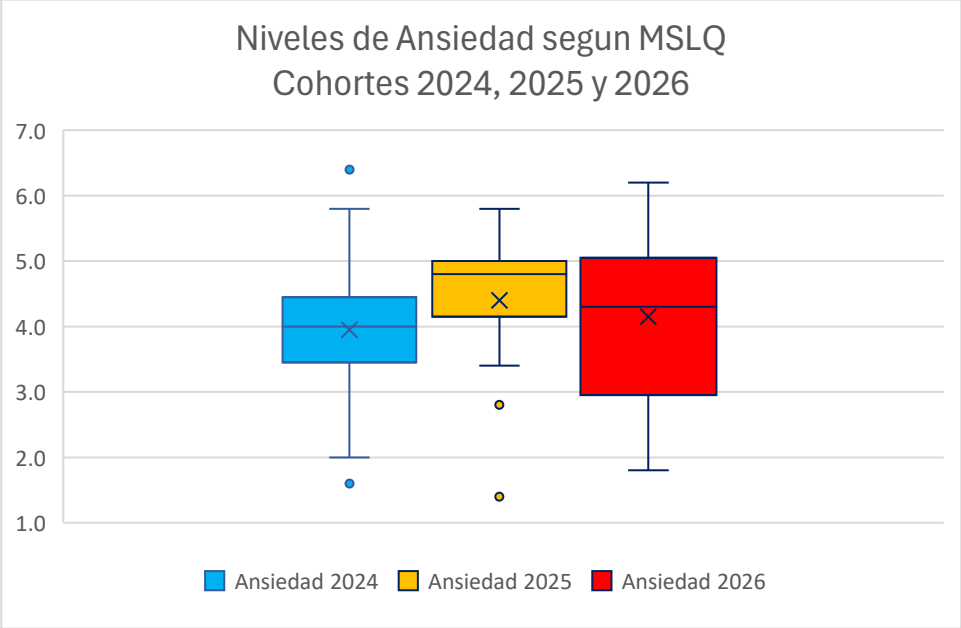
Tabla 14

Porcentaje de estudiantes por nivel de ansiedad

Curso	N	Media	Mediana	D.E	<	Percentiles 25	75	>
						3.5	4.5	
2024	16	4.0	4.0	1.4	**Bajo**	**Moderado**		**Alto**
					25%	50%		25%
						4.15	5.0	
2025	12	4.4	4.8	1.3	**Bajo**	**Moderado**		**Alto**
					25%	58%		17%
						3.0	5.1	
2026	16	4.2	4.3	1.4	**Bajo**	**Moderado**		**Alto**
					37.5%	37.5%		25%

Figura 27

Componente afectivo hacia el curso Estructuras de Datos por cohorte



Nota. Elaborada con Microsoft Excel.

4.2 Resultados Cualitativos

A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante los instrumentos cualitativos aplicados: pregunta abierta del cuestionario de percepción, grupo focal, observación participante y entrevista en profundidad.

4.2.1 Análisis de las respuestas a la pregunta abierta

El análisis de las respuestas de los estudiantes permitió identificar una percepción muy favorable hacia el método MEBPC. Los participantes expresaron satisfacción con comentarios como: “Me pareció un taller muy interesante, con mucho qué aportar a nuestra área como futuros ingenieros en software”, “Todo bien, un taller bastante completo”, “Fue interesante y novedoso” o “La verdad si me agrado el curso se sale un poco de la parte teórica y se centra a algo más activo que en lo personal me gusta más al igual que ayuda a fortalecer la toma de decisiones y el pensamiento crítico es un buen taller”. También sugirieron mejorar la experiencia de aprendizaje, principalmente indicaron mayor contextualización y retroalimentación. Un estudiante señaló: “Sería bueno platicar un poco acerca de los contextos o tipos de problemáticas en un proyecto o programa...” “a veces puede ser un poco confuso el poder identificar cuál es la adecuada para cada situación”. Además, se resaltó la importancia de contar con más tiempo para la resolución de ejercicios en concursos y actividades en clase con comentarios como “el tiempo para la resolución de los ejercicios es poco...” o “algo que no me termina de convencer es que hay temas que deberían tomarse con un poco más de tiempo para poder aprenderlos de forma correcta”. Otro aspecto señalado fue el desconocimiento del lenguaje C++ que emergió como una barrera persistente en los cursos 2025 y 2026, expresada con claridad en afirmaciones como "la mayoría no tenemos conocimiento de este" y "no todos tienen conocimiento de las bases del lenguaje C++".

4.2.2 Análisis del grupo focal

El grupo focal, conformado por los equipos que participaron en los concursos de programación, permitió explorar con mayor profundidad las vivencias y estrategias

que llevaron a cabo durante el proceso. La ansiedad anticipada fue una constante en todos los cursos muy evidente en la primera competencia de programación, cabe mencionar que el 92% de los estudiantes, considerando a todas las cohortes, lo experimentaron por primera vez, la gran mayoría de los estudiantes compartieron comentarios como “comenzamos nerviosos y ansiosos por ser nuestra primera competencia, pero tras el primer ejercicio ganamos algo de confianza”, esto indica el papel crítico del logro inicial como detonador de confianza y continuidad. En cuanto al trabajo en equipo y el juego de roles, destacaron que “colaboramos leyendo los problemas y proponiendo soluciones juntos, pero como tal no tuvimos una estrategia sólida ya que era la primera vez”, también externaron que “visualizar el problema completo facilita crear diseños claros y deja un panorama más detallado” y "el que no programa puede analizar más fríamente el ejercicio y en ocasiones puede notar errores o métodos más simples que el codificador no toma en cuenta" o "llegaban momentos en los que alguno se estresaba y que uno se mantuviera calmado era completamente necesario para que todo saliera bien". Estos hallazgos sustentan la pertinencia del juego de roles diseñador/codificador contemplado en el método propuesto, no solo como estrategia de distribución de tareas, sino como instrumento pedagógico que desarrolla simultáneamente competencias cognitivas, comunicativas y socioemocionales, pilares fundamentales del aprendizaje colaborativo y significativo.

Otros aspectos mencionados son la gestión del tiempo, la práctica efectiva y la comunicación como aspectos fundamentales, lo cual se evidencia en los comentarios: “Para la próxima competencia intentaríamos administrar mejor el tiempo y empezar con los problemas que se vean más sencillos”, “Consideramos que sería importante estudiar más a fondo los temas que aún no nos quedan claros, para llegar mejor preparados y con mayor seguridad” y “se debe poner mucho en práctica la comunicación asertiva al momento de querer proponer ideas a nuestro compañero”. Los participantes coincidieron en la importancia de practicar más y no quedarse demasiado tiempo atascados en un solo problema. En conjunto, estos

hallazgos indican que la gestión del tiempo, la práctica y la comunicación son competencias transversales que promueve el método propuesto relacionados directamente el rendimiento en entornos de resolución de problemas bajo presión. Respecto a la valoración de las competencias de programación fue mayoritariamente positiva en todos los cursos, comentarios como “Para ser un concurso a nivel grupal me parece bastante bien organizado; los ejercicios estuvieron correctos conforme al nivel de conocimiento. Completamente satisfecho”, “El concurso ya está bien hecho; no tenemos ninguna idea para mejorarlo”, “En general el concurso estuvo bien organizado y fue una buena experiencia para practicar programación nos sirvió para aprender y ver como son este tipo de competencias” sin embargo en la cohorte 2026 se encontró en particular un comentario polarizado como “La eliminaría por completo de la carrera; siento que la obligación mata la curiosidad”.

En lo general, se evidencia una percepción favorable de las competencias de programación, destacando su organización, pertinencia al nivel de conocimientos y contribución al aprendizaje y la práctica de la programación, sin embargo, la presencia de opiniones críticas aisladas sugiere la necesidad de reflexionar sobre la forma de implementación de estas actividades.

4.2.3 Análisis de las observaciones

Las observaciones realizadas por la docente durante el desarrollo de los cursos respaldan y enriquecen los hallazgos reportados por los estudiantes. La docente destacó que “los alumnos se emocionan al terminar” y que “los dos participantes de cada equipo colaboran y es evidente la comunicación entre ellos”. En todos las cohortes se observó un progreso evidente entre el primer y el segundo concurso, atribuido a la experiencia y a una mejor estrategia. También se registraron momentos de frustración cuando “una solución es rechazada por el juez en línea” y se identificó que “manifiestan ansiedad por el tiempo y por la tabla de resultados de la plataforma”.

En general, se constató un ambiente de camaradería y buen ánimo, especialmente en el segundo concurso, donde “la mayoría manifiesta interés y tratan de no perder tiempo con tal de resolver la mayor cantidad posible de problemas”. La alternancia de emociones que se observaron, tanto positivas (alegría, camaradería, motivación intensa) y negativas (frustración ante el juez en línea y ansiedad por el tiempo y la tabla) configuran un ambiente afectivo de alta intensidad propio de los entornos de aprendizaje basado en competencias.

4.2.4 Análisis de la entrevista en profundidad

Comprender cómo los estudiantes vivieron e interpretaron su proceso formativo a lo largo del curso fue uno de los propósitos centrales de esta investigación. La entrevista en profundidad que se aplicó a los participantes de las tres cohortes permitió acceder a esa experiencia de manera sistemática, identificando nueve categorías alineadas con los constructos teóricos que guiaron la entrevista: motivación, autoeficacia, evolución, estrés, resolución de problemas, aprendizaje significativo, trabajo colaborativo, transferencia del aprendizaje y valoración del método.

Entre los hitos más significativos destaca la motivación reportada por los participantes que surge en el instante en que el estudiante logra comprender cómo abordar un problema: “*De repente pasamos de los primeros ejemplos que te explican a cuando ya te presentan un ejercicio y dices: ¡ah bueno, se hace así!'. Poder entender lo que hay que hacer es lo que ilumina. Si puedo, estoy aprendiendo algo, y me motiva ir un poquito más adelante*". Entre las fuentes de motivación extrínseca se identificaron con claridad: la competitividad entre pares "*Lo que nos motivaba era decir entre nosotros: vamos a sacar mejor calificación que el otro, la competitividad motivaba bastante*”, los compañeros de semestre superiores como referentes "*Algo que me motivó fueron las experiencias de mis compañeros de grados más altos. Brian fue a Guadalajara, a Monterrey. siento que eso es una señal de que seguir ese camino vale la pena*" y los incentivos institucionales concretos como concursos con posibilidad de entrevistas laborales “*Si ganabas un concurso,*

podías obtener una entrevista con una empresa de aquí, de NASA". Lo anterior demuestra que cuando el contexto institucional es consistente, la motivación colectiva es alta, cuando se debilita, como reporta la cohorte 2026, la participación decrece "*Venimos con ciertas expectativas desde lo que nos platicaron compañeros de otros semestres. Pero no vemos ese apoyo externo, no vemos que haya interés por afuera*".

Otro aspecto que destacó en todas las cohortes es que la mayoría ingresó al taller sin experiencia previa en programación competitiva. Este punto de partida genera un estado emocional mixto de curiosidad, miedo e incapacidad "*Yo llegué sin saber nada, nada. Me sentía un poco mal porque en el primer concurso poco podía ayudar a mi compañero*" y en la dimensión de progreso percibido, se identificó que entre el primer y el segundo concurso todos los participantes reconocen una mejora, tanto en el número de ejercicios resueltos como en la calidad del razonamiento.

El cambio más significativo es el paso de soluciones por fuerza bruta hacia un análisis estructurado del problema. La mejora también es del manejo del lenguaje de programación, mayor confianza con la sintaxis de C++, "*La mejora que noté fue en analizar el problema y dividirlo en partes. En el primer concurso mi compañero Kevin aplicaba fuerza bruta. En el segundo ya decía: 'podemos hacer esto, perfecto, hagámoslo'. Se notó una gran mejora*", "*El cambio fue la confianza con el lenguaje. Antes escribía el código y por un punto y coma que yo creía correcto no me pasaba nada. Ya en el segundo concurso había más confianza. Y sí se reflejó en el número de ejercicios resueltos*".

En la dimensión de estrés y experiencia emocional una dificultad que emergió es la fragmentación de lenguajes de programación, los estudiantes han sido expuestos secuencialmente a C, Java y C++ sin consolidar un lenguaje. Sin embargo, para el método es fundamental el lenguaje C++, ya que en programación competitiva la STL de C++ permite resolver problemas con mucho menos código que C puro, lo que explica por qué plataformas como omegaUp y los concursos ICPC favorecen

C++. También se menciona que el carácter repentino del curso es algo que “te saca de tu zona de confort”, "entretenido, pero muy repentino”.

Otro aspecto comentado por los estudiantes es la tabla de puntuaciones. La visibilidad en tiempo real del ranking durante los concursos detona el estrés. Se identificó que esta tabla actúa de manera diferenciada, para algunos funciona como motivador (el deseo de recuperar el primer lugar), para otros genera ansiedad paralizante que afecta el desempeño y lleva a descuidar ejercicios más accesibles. "Al ver la tabla de puntajes, yo y mi compañera íbamos en primero, pasaba un rato, alguien nos superaba, volvíamos... Eso me metía en presión. Ese ciclo me generaba estrés".

En lo referente a resolución de problemas se evidenció una manifestación de pensamiento de orden superior cuando, ante problemas cuyo concepto base desconocían, los estudiantes recurrieron a la simulación física: “agarramos una hoja de papel, empezamos a recortar fichitas y empezamos a jugar para recrear el juego óptimo”. Esta estrategia de representación externa les permitió analizar el problema, explorar distintas alternativas, identificar patrones y construir una solución antes de su implementación computacional. Lo anterior pone de manifiesto que la programación competitiva favorece procesos de análisis, experimentación y abstracción orientados a la resolución de problemas complejos.

En la dimensión aprendizaje significativo los participantes describen que "*Para las estructuras simples como pilas y colas, las intuyes. Donde se nota que tienes que conocerlas bien para usarlas es en los mapas. Con un map de Java yo antes hacía copy-paste sin entender. En la programación competitiva tuve que entender cómo funciona para poder usarlo*". Este evento ilustra con precisión la diferencia entre aprendizaje superficial y aprendizaje significativo: copiar y pegar código funciona hasta que el contexto exige aplicación y comprensión. El método basado en programación competitiva hace visible esta progresión enfrentando al estudiante ante problemas que no pueden resolverse sin una comprensión real de la herramienta que utiliza.

En la dimensión de trabajo colaborativo, un hallazgo especialmente relevante fue la dinámica de la composición de equipos, los estudiantes expresaron que trabajar con amigos cercanos reduce la presión inmediata y el compromiso mutuo. Trabajar con personas menos conocidas genera responsabilidad más explícita y, en algunos casos, mejor desempeño. "Si haces equipo con alguien con quien siempre estás, los dos se confían: ‘él me va a ayudar’. Si lo haces con alguien con quien no te llevas mucho, hay un compromiso real, no quieres dejar mal a esa persona".

Respecto a la transferencia del aprendizaje el uso más claramente identificado por un estudiante de la cohorte 2024 de lo aprendido en el taller es la preparación para entrevistas técnicas laborales "En las entrevistas técnicas lo primero que te hacen es resolver ejercicios para saber qué algoritmos conoces, con qué lenguaje trabajas más, si sabes trabajar bajo presión, cómo resuelves los problemas. El taller abre esa puerta". La transferencia hacia otras asignaturas del programa es reconocida como potencial pero limitada en el presente, “Actualmente, fuera del taller, ninguna otra materia que llevemos incluye programación. Claro que es útil, son estructuras que sí o sí se usan”. Un estudiante de la cohorte 2026 manifestó que no le gusta la programación enfatizando que al elegir la carrera solo consideró que le atraía la tecnología.

Finalmente, la valoración del método es consistentemente positiva para la mayoría, algunos participantes la recomiendan, pero condicionando hacerla más accesible para estudiantes con diferentes puntos de partida.

4.3 Triangulación de resultados

La triangulación metodológica empleada en este estudio permitió contrastar e integrar los resultados derivados de los enfoques cuantitativos y cualitativos para analizar el impacto del método de enseñanza basado en programación competitiva (MEBPC) en la formación de los estudiantes del curso Estructuras de Datos, según Flick (2007) la triangulación fortalece la calidad y validez de la investigación al considerar un fenómeno desde diferentes perspectivas metodológicas. A

continuación, se presentan los principales hitos del estudio derivados de este proceso de triangulación.

1. Aceptación del método MEBPC

La percepción del método MEBPC es predominantemente positiva y se mantiene estable a lo largo de las tres cohortes.

En el cuestionario de percepción, los bloques 2 y 3 —relativos a eficacia, atractivo y pertinencia— concentran la mayoría de las respuestas en el valor máximo de la escala, patrón que no varía significativamente entre cohortes. Desde el lado cualitativo, en la pregunta abierta del mismo cuestionario, los estudiantes describen el método como novedoso y activo, y le atribuyen una contribución directa al pensamiento crítico y a la toma de decisiones. La entrevista en profundidad confirma esta tendencia, la valoración final del método resulta positiva para la mayoría de los participantes, incluso entre quienes condicionan su recomendación a hacerlo más accesible.

Las concordancias entre los distintos instrumentos sugieren que la aceptación del método no depende del perfil particular de una cohorte ni del formato con que se mide, esto valida el diseño del MEBPC y da una base de confianza para introducir mejoras incrementales sin requerir modificaciones estructurales profundas del método.

2. La motivación

Otro de los hallazgos de la investigación, emergido exclusivamente del análisis cualitativo, es el papel del instante de comprensión como principal activador de la motivación intrínseca y sostenida: el momento en que el estudiante deja de reproducir ejemplos y logra entender por sí mismo cómo abordar un problema. Este mecanismo cognitivo-emocional no opera de forma aislada, sino en conjunto con las fuentes de motivación extrínseca ya identificadas en el análisis de la entrevista (competitividad entre pares, referentes de cohortes superiores, incentivos institucionales). La triangulación permite interpretar estas dos fuentes como un

sistema de dos niveles que se retroalimentan, el nivel intrínseco mantiene el compromiso cognitivo con la resolución de problemas, mientras que el nivel extrínseco depende de condiciones institucionales externas al aula. Esto explica por qué el debilitamiento del segundo nivel, como ocurrió en la cohorte 2026, no elimina la motivación, pero sí reduce su intensidad.

3. Progreso verificable

La trayectoria de mejora entre el primer y el segundo concurso, ya descrita en el análisis cualitativo, encuentra en los datos cuantitativos un matiz que enriquece su lectura. El bloque 4 del cuestionario, aplicado al término del primer concurso, arroja una percepción del propio compromiso con el método más moderada de lo esperado (67.5% entre neutral y de acuerdo). A primera vista, este dato podría interpretarse como una señal de duda o bajo involucramiento.

Sin embargo, al triangular con la entrevista en profundidad se observa que esa moderación no refleja falta de compromiso, sino falta de un punto de comparación: en ese momento, los estudiantes aún no tenían con qué medir su propio avance. Una vez transcurrido el segundo concurso, los mismos estudiantes describen su progreso con precisión y confianza, identificando el paso de soluciones por fuerza bruta a un análisis estructurado del problema como el cambio más significativo. Esta secuencia temporal indica que el compromiso con el método MEBPC se consolida de forma progresiva, y que medirlo demasiado pronto puede subestimar su efecto real.

4. La función formativa del juego de roles diseñador/codificador

El grupo focal evidencia que la distribución de roles diseñador/codificador va más allá de su función organizativa ya que quien no codifica puede visualizar el problema completo y detectar soluciones que el codificador no siempre nota; el rol también cumple una función de regulación emocional dentro del equipo en momentos de estrés.

La entrevista, por su parte, aborda sobre la composición de los equipos: trabajar con compañeros menos cercanos genera un compromiso más explícito que trabajar con amigos, donde la confianza mutua puede relajar la exigencia.

Al integrar ambos hallazgos, sugieren que el método no solo organiza el trabajo colaborativo mediante roles funcionales, sino que la calidad de esa colaboración depende también de la relación previa entre los integrantes del equipo, una variable que el diseño del taller no consideró.

5. La ansiedad

La escala de ansiedad del MSLQ sitúa los niveles reportados por las tres cohortes en un rango moderado. La triangulación con el grupo focal permite entender esta cifra, la ansiedad anticipada frente a la primera competencia es prácticamente universal, los participantes experimentan por primera vez ese momento, pero tiende a transformarse en confianza una vez obtenido el primer logro.

Por otra parte, a nivel cualitativo se evidencia un efecto diferenciado de la tabla de puntuaciones en tiempo real y del temporizador sobre el desempeño, mientras que para unos estudiantes opera como motivador para otros produce ansiedad paralizante. Lo anterior sugiere que estos elementos del diseño del concurso ameritan revisión.

6. La barrera del lenguaje C++

Uno de los hallazgos relevantes desde el punto de vista metodológico es la barrera que representa el lenguaje C++. El estudio cualitativo evidenció que los estudiantes han estado expuestos a distintos lenguajes de programación sin consolidar ninguno, esto no fue considerado en el diseño inicial de la investigación sin embargo incide directamente en la motivación y la confianza de los estudiantes durante las primeras etapas del taller, al añadir una carga cognitiva adicional que se suma a la dificultad propia de los problemas de programación competitiva.

7. La programación competitiva y el pensamiento de orden superior.

La entrevista en profundidad evidenció un hallazgo de especial relevancia teórica ante problemas cuyo concepto base es desconocido por los estudiantes, estos recurrieron no solo a la simulación física ya descrita, sino también a la expresión espontánea de principios algorítmicos avanzados como "divide y vencerás" sin que estos términos les hubieran sido enseñados de forma explícita. Esta evidencia demuestra que el método favorece procesos de pensamiento abstracto como la identificación de patrones, la generalización de estrategias y la transferencia de conocimientos hacia nuevas situaciones, manifestaciones propias del pensamiento de orden superior. En ambos casos, la programación competitiva invita al estudiante a la construcción de estrategias propias competencia que la enseñanza tradicional difícilmente logra consolidar.

8. Transferencia al contexto profesional real

En la cohorte 2024, la más avanzada en su trayectoria académica dentro del estudio, los estudiantes identifican con precisión el vínculo entre las competencias desarrolladas en el taller, resolución de problemas bajo presión, manejo de algoritmos, trabajo con lenguajes específicos, y los requisitos que enfrentan en las entrevistas técnicas de selección de personal en empresas tecnológicas, tal como se documentó en el análisis cualitativo correspondiente.

Este hallazgo es importante para argumentar la pertinencia curricular del método y abre una línea de investigación hacia estudios longitudinales de seguimiento de egresados.

Los hallazgos presentados evidencian que el impacto del MEBPC no se limita a la adquisición de habilidades técnicas, sino que se extiende a dimensiones cognitivas, motivacionales e institucionales que interactúan entre sí a lo largo de la formación del estudiante. La triangulación metodológica permitió capturar esta complejidad, mostrando que los cambios más significativos, muchas veces no contemplados en el diseño inicial de la investigación, emergen de la combinación de datos cuantitativos y cualitativos.

5. DISCUSIÓN

El objetivo de este trabajo de investigación fue diseñar y evaluar un método para la enseñanza de estructuras de datos basado en programación competitiva para mejorar el rendimiento académico de los alumnos. El método se implementó durante tres periodos lectivos consecutivos (enero-mayo 2024, 2025 y 2026) y se evaluó mediante la interpretación integral de las pruebas mixtas, considerando las limitaciones del estudio.

En principio se identificó que la dificultad en la enseñanza de estructuras de datos a estudiantes de Ingeniería de Software se debe a una combinación de factores conceptuales, prácticos y pedagógicos y no es un caso particular en la Unidad Multidisciplinaria Tizimín. En la literatura los autores coinciden sobre la naturaleza abstracta de los algoritmos y las estructuras de datos, así como la falta de referentes concretos que el estudiante pueda experimentar repercuten en la dificultad para poder asimilar, visualizar y comprender estos conceptos (Diaz et al., 2020; Fiallos et al., 2022; Kuz y Ariste, 2022; Nazir et al., 2019).

De igual forma, se advirtió la importancia de revisar los métodos pedagógicos en cursos de estructuras de datos para mejorar el desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas complejos y la necesidad de que las instituciones educativas adopten herramientas tecnológicas y metodologías activas.

A partir de lo anterior, la presente investigación se sustentó en el Método de Enseñanza Basado en Programación Competitiva (MEBPC), el cual se implementó mediante estrategias didácticas centradas en la resolución progresiva de problemas y competencias de programación por equipos. Las competencias de programación permitieron plantear situaciones problemáticas que los estudiantes debían resolver colaborativamente en un tiempo determinado mediante juegos de roles establecidos dentro de los equipos, favoreciendo la comunicación y colaboración de los integrantes. Para apoyar la implementación del método se utilizaron C++ y su biblioteca estándar (STL) como recursos para la programación de las soluciones y

omegaUp como plataforma tecnológica para la presentación de problemas, el envío y evaluación automática de las soluciones y la obtención de retroalimentación inmediata. La articulación entre el método pedagógico, las estrategias didácticas y las herramientas tecnológicas permitió vincular los contenidos teóricos de estructuras de datos con actividades prácticas de resolución de problemas, favoreciendo la participación activa de los estudiantes. No obstante, los resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento académico entre el MEBPC y el método tradicional, lo cual coincide con Fracchia y Bramardi (2021), quienes tampoco encontraron diferencias en las calificaciones entre participantes y no participantes de torneos de programación y con Bandeira et al. (2019), que al comparar cohortes con programación competitiva y enseñanza tradicional no hallaron diferencias en los promedios. En cambio, Coore & Fokum (2019) reportaron que el impacto de la programación competitiva en las calificaciones fue mixto, se observó una mejora significativa en los exámenes finales frente a la cohorte de 2015, aunque menos concluyente frente a la de 2016 y Hernández et al. (2022) observaron una media superior en quienes usaron un juez en línea de manera opcional.

Respecto a la motivación, los estudiantes mostraron niveles moderados a altos en el MSLQ en las tres cohortes, con énfasis en el valor de la tarea y las metas intrínsecas. Esto complementa lo reportado por Fracchia & Bramardi (2021), quienes encontraron mayor autorregulación del esfuerzo, confianza e interés en programación, lo cual es consistente con la participación sostenida en el ICPC de las cohortes 2024, 2025 y 2026, con la alta participación observada por Coore & Fokum (2019) y con la mayor proactividad y menor abandono que reportaron Bandeira et al. (2019). La percepción positiva del método, estable entre cohortes, coincide con la valoración favorable del alumnado hacia la plataforma reportada por Hernández et al. (2022).

La ansiedad fue moderada, lo que es compatible con la sensación de sobrecarga que Coore & Fokum (2019) observaron en algunos estudiantes, aunque se trata de constructos distintos.

En cuanto a la colaboración, el grupo focal indicó que el rol de diseñador permite visualizar el problema completo y apoya la regulación emocional del equipo, lo que es compatible con la mayor disposición a colaborar reportada por Fracchia & Bramardi (2021). Además, la entrevista sugiere, de forma exploratoria, que la composición de los equipos influye en el compromiso. La retroalimentación inmediata de omegaUp responde a la limitación que señalan Brito & Goncalves (2019) y Barczak et al. (2023) : su ausencia afecta el aprendizaje de estructuras de datos y algoritmos.

En este sentido, el impacto del MEBPC en la enseñanza de estructuras de datos se interpreta como positivo y consistente en dirección ya que, si aportó evidencia cuantitativa y cualitativa de que el método influye positivamente en la motivación, el compromiso, el desarrollo de habilidades algorítmicas y colaborativas, así como en el interés sostenido de los estudiantes por la programación competitiva. Prueba de lo anterior es la participación de un equipo de estudiantes que cursaron Estructuras de Datos en 2024 y que, en noviembre del mismo año lograron participar en la final mexicana del ICPC en la ciudad de Monterrey. En el mismo sentido, algunos estudiantes de la cohorte 2025 participaron en las fases clasificatorias del ICPC celebradas el mismo año. En la edición 2026 del ICPC, se registraron estudiantes de las cohortes 2024, 2025 y 2026

Finalmente, la triangulación metodológica confirma la validez de estos hallazgos, aunque también señala aspectos susceptibles de mejora como el manejo de la ansiedad y la barrera del lenguaje C++, que no comprometen la pertinencia general del método, sino que orientan ajustes en su diseño.

Esta coincidencia refuerza la validez externa del hallazgo, no se trata de un efecto aislado del contexto de la Unidad Multidisciplinaria Tizimín, sino de un patrón que

se replica en otros entornos educativos donde se ha implementado la programación competitiva como estrategia pedagógica.

Entre las principales limitaciones del estudio se encuentra la falta de experiencia previa de los participantes en entornos de programación competitiva, en lo global únicamente el 8% de los estudiantes habían participado en alguna competencia en los primeros semestres de LIS con un desempeño muy pobre, para el otro 92% aproximadamente, el curso Estructuras de Datos representó su primer acercamiento a este tipo de actividades. Esta situación pudo influir en sus percepciones, niveles de motivación y desempeño, debido al proceso inicial de adaptación a una dinámica basada en la resolución de problemas bajo presión y restricciones de tiempo. Asimismo, los resultados obtenidos pueden estar condicionados por características particulares del grupo participante, tales como sus conocimientos previos, preferencias personales hacia actividades competitivas y habilidades de trabajo colaborativo, lo que limita la generalización de los hallazgos a otros contextos educativos, instituciones o niveles de formación.

6. CONCLUSIONES

Esta investigación permite comprender los retos y oportunidades a partir de la implementación de un método de enseñanza de estructuras de datos basado en programación competitiva. A través de un enfoque mixto se logró integrar tanto datos cuantitativos como cualitativos para comprender el efecto del método en dimensiones como la percepción, la motivación y el rendimiento escolar.

En relación con el objetivo general, se concluye que se logró en lo referente al diseño y a la evaluación del método de enseñanza propuesto. Se diseñó el método MEBPC, se aplicó a los alumnos del cuarto semestre de la LIS de la UMT de la UADY en los períodos enero-mayo de 2024, 2025 y 2026, y se evaluó mediante modelos estadísticos, lo que corresponde al cumplimiento de los objetivos específicos planteados. La triangulación de datos cuantitativos y cualitativos permitió analizar de manera integral los hallazgos de la aplicación del método: si bien los resultados no evidencian diferencias significativas en términos de rendimiento académico respecto al método tradicional, los datos cualitativos y los instrumentos de percepción mostraron efectos claros en la motivación, la percepción y la experiencia formativa del estudiantado. De esta forma, la investigación responde al propósito central que le dio origen. El estudio aporta evidencia consistente de la pertinencia del método como estrategia didáctica y que el impacto del método no se agota en la calificación como indicador único.

Los hallazgos cualitativos y los instrumentos de percepción documentan efectos claros y transversales sobre la percepción, la motivación, tanto intrínseca como extrínseca, la autoeficacia progresiva entre el primer y el segundo concurso, el desarrollo de pensamiento algorítmico, el aprendizaje significativo, el fortalecimiento del trabajo colaborativo mediante la estructura de roles diseñador/codificador y la transferencia observable hacia el ámbito competitivo, actividades extracurriculares altamente valoradas en su formación profesional que promueven competencias alineadas con el perfil de egreso del ingeniero de software, lo cual se evidenció con la participación consecutiva de estudiantes de las tres cohortes en las fases

clasificatorias del ICPC. Estas dimensiones, aunque no se formularon como preguntas de investigación, fueron identificadas desde el diseño del estudio como aspectos de interés central, los resultados muestran que es precisamente en ellas donde el impacto del método se manifiesta con mayor claridad y consistencia.

El tamaño reducido de la muestra y el carácter contextual de la intervención limitan la generalización de los hallazgos; sin embargo, estos ofrecen datos valiosos para futuras investigaciones. Se recomienda profundizar en el análisis de este método, ampliar la muestra y considerar la interacción de variables pedagógicas, emocionales y contextuales que inciden en la calidad del aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andújar, F., González-Escribano, A., Bastida, J., & Torres, Y. (2020). *Actas de las Jenui, vol. 5. 2020.* https://aenui.org/actas/pdf/JENUI_2020_013.pdf

Arcones, M., & Wang, Y. (2006). Some new tests for normality based on U-processes. *Statistics & Probability Letters*, *76*(1), 69–82. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167715205002683

Arévalo-Mercado, C., Muñoz-Andrade, E., Cardona-Reyes, H., & Romero-Juárez, M. (2023). Applying Cognitive Load Theory and the Split Attention Effect to Learning Data Structures. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias Del Aprendizaje*, *18*(1), 107–113. https://doi.org/10.1109/RITA.2023.3250580

Bandeira, I., Machado, T., Dullens, V., & Canedo, E. (2019). Competitive programming: A teaching methodology analysis applied to first-year programming classes. *2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–8. https://doi.org/10.1109/FIE43999.2019.9028518

Barczak, A. L. C., Mathrani, A., Han, B., & Reyes, N. H. (2023). Automated assessment system for programming courses: a case study for teaching data structures and algorithms. *Educational Technology Research and Development*, *71*(6), 2365–2388. https://doi.org/10.1007/s11423-023-10277-2

Barzilai, O., Sherman, S., Leiba, M., & Spiegel, H. (2024). Cognitive Aspects in Problem Solving: The Case of a Data Structures Course for IS Students. *Journal of Information Systems Education*, *35*(2), 175–188. https://doi.org/10.62273/JJUB4136

Bende, I. (2022). Data Visualization in Programming Education. *Acta Didactica Napocensia*, *15*(1), 52–60. https://doi.org/10.24193/adn.15.1.5

Brito, M., & Goncalves, C. (2019). Codeflex: A Web-based Platform for Competitive Programming. *2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, 1–6. https://doi.org/10.23919/CISTI.2019.8760776

Cairó, O., & Guardati, S. (2006). *Estructura de Datos* (Tercera Edición). Mc Graw Hill.

Calbacho, V. (2022). *Gamificación como metodología de la enseñanza y el aprendizaje para el fomento de la motivación, la satisfacción y el mejoramiento del rendimiento académica. Una innovación en aula para la Educación Superior* [Tesis de Doctorado, Universidad Católica de Córdoba]. https://pa.bibdigital.ucc.edu.ar/3525/1/TD_CalbachoContreras.pdf#page=24&zoom=100,109,114

Carreño, M., Sandoval, A., Estrada, I., Suárez, J., & Aispuro, E. (2012). *Problemas resueltos de listas* (Primera Edición). UABCS.

Cervantes, A., de la Rosa, R., Limón, M., Contreras, M., & Tovar, M. (2017). Enseñanza de una Estructura de Datos utilizando un Objeto de Aprendizaje para estudiantes que

aprenden con Estilo Kinestésico. *Pistas Educativas*, *39*, 136–149. https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/view/1051/882.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (Second Edition). Lawrence Erlbaum Associates.

Coore, D., & Fokum, D. (2019). Facilitating Course Assessment with a Competitive Programming Platform. *Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 449–455. https://doi.org/10.1145/3287324.3287511

Cormen, T., Leiserson, C., Rivest, R., & Stein, C. (2009). *Introduction to Algorithms* (Third Edition). The MIT Press Cambridge, Massachusetts.

De Benito, B., & Salinas, J. (2016). La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa. *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación En Tecnología Educativa*, 44–59. https://revistas.um.es/riite/article/view/260631/195691

Diaz, E. J., Franco, D. A., & Martelo, R. J. (2020a). Aplicación móvil para apoyar el aprendizaje de estructuras de datos dinámicas utilizando realidad aumentada. *Espacios*, *41*(48), 236–247. https://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n48p17

Diaz, E. J., Franco, D. A., & Martelo, R. J. (2020b). Aplicación móvil para apoyar el aprendizaje de estructuras de datos dinámicas utilizando realidad aumentada. *Espacios*, *41*(48), 236–247. https://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n48p17

Díaz, Julio., Aguilar, Raúl., & Ucán, Juan. (2018). Análisis de Cobertura del nuevo Plan de Estudios para la Licenciatura en Ingeniería de Software de la UADY desde la óptica de la ACM-IEEE CS. *Tecnología Educativa Revista CONAIC*, *5*(1), 6–13. https://doi.org/10.32671/terc.v5i1.81

Dicheva, D., Irwin, K., & Dichev, C. (2019). OneUp. *Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 386–392. https://doi.org/10.1145/3287324.3287480

Facultad de Matemáticas UADY. (2016). *Plan de estudios de la Licenciatura en Ingeniería de Software*. https://www.matematicas.uady.mx/files/documents/programas/lis/LIS_Aprobado_12-ago-2016.pdf

Fager, J., Pantoja, W., Villacrés, M., Páez, L., Ochoa, D., & Cuadros-Vargas, E. (2014). *Estructuras de Datos* (Primera). Proyecto LATIn.

Fiallos, J., Jiménez, J., & Branch, J. (2022). Analítica de enseñanza y aprendizaje en cursos de programación. *Campus Virtuales*, *11*(1), 35. https://doi.org/10.54988/cv.2022.1.880

Flick, U. (2007). *Managing Quality in Qualitative Research*. SAGE Publications, Ltd. https://doi.org/10.4135/9781849209441

Fracchia, C., & Bramardi, S. (2021). Torneos de programación: combinando los aprendizajes competitivo y cooperativo. *Revista Iberoamericana de Tecnología En*

Educación y Educación En Tecnología, (27), e6. https://doi.org/10.24215/18509959.27.e6

Friss, I., & Luna, C. (2022). Reporte de Experiencia: Alcances del Concurso de Programación. *20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Education, Research and Leadership in Post-Pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions*. https://laccei.org/LACCEI2022-BocaRaton/work_in_progress/WP23.pdf

Gonzalez-Escribano, A., Lara-Mongil, V., Rodriguez-Gutiez, E., & Torres, Y. (2019). Toward improving collaborative behaviour during competitive programming assignments. *2019 IEEE/ACM Workshop on Education for High-Performance Computing (EduHPC)*, 68–74. https://ieeexplore.ieee.org/document/8943084

Henriquez, C., Salcedo, D., & Cortés-Cabezas, A. (2024). *Development of a Chatbot as an Intelligent Personal Assistant for Teaching and Learning Data Structures Desarrollo de un Chatbot como Asistente Personal Inteligente para la Enseñanza y el Aprendizaje de Estructuras de Datos*. *22*(1), 127–136. https://doi.org/10.15665/rp.v22i1.3487

Hernández, G., De la Prieta, F., Rodríguez, S., Chamoso, P., Pinto-Santos, F., Hernández, S., Juan, A., & González, A. (2022). Metodología basada en jueces en línea para la enseñanza de programación. In R. Satorre-Cuerda (Ed.), *El profesorado, eje fundamental de la transformación de la docencia universitaria* (Ediciones Octaedro, pp. 231–240). https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/128727/1/El-profesorado-eje-fundamental-transformacion-docencia-universitaria-23.pdf

Hidalgo-Céspedes, J., Marín-Raventós, G., & Calderón-Campos, M. (2020). Online Judge Support for Programming Teaching. *2020 XLVI Latin American Computing Conference (CLEI)*, 522–530. https://doi.org/10.1109/CLEI52000.2020.00067

ICPC Foundation. (2018). *ICPC*. International Olympiad in Informatics. (n.d.). *Olimpiada Internacional de Informática*. International Olympiad in Informatics. Retrieved https://ioinformatics.org/

Joyanes, L., & Zahonero, I. (2008). *Estructuras de Datos en Java* (J. L. García, Ed.). Mc Graw Hill.

Kuz, A., & Ariste, M. (2022). Análisis y revisión de softwares educativos para el aprendizaje de la programación en entornos lúdicos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (52), 117–136. https://doi.org/10.17227/ted.num52-13159

Lawrence, R. (2004). Teaching Data Structures Using Competitive Games. *IEEE Transactions on Education*, *47*(4), 459–466. https://ieeexplore.ieee.org/document/1356094

Lilliefors, H. (1967). On the Kolmogorov-Smirnov Test for Normality with Mean and Variance Unknown. *Journal of the American Statistical Association*, *62*(318), 399–402. https://doi.org/10.1080/01621459.1967.10482916

Liu, Y., Pan, H., Yang, R., Wang, X., Rao, J., Zhang, X., & Pan, C. (2021). The relationship between test anxiety and emotion regulation: the mediating effect of psychological resilience. *Annals of General Psychiatry*, *20*(1), 40. https://doi.org/10.1186/s12991-021-00360-4

López-Calva, J. (2018). Ética e investigación educativa: aproximación teórica para su comprensión desde la estructura dinámica del bien humano. *Revista Colombiana de Educación*, *1*(76), 223–242. https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/RCE/article/view/8129/7000

Lora, G., Suaza, J., Rodríguez, P., & Taborda, G. (2021). Programación competitiva como estrategia didáctica para potenciar el aprendizaje colaborativo en estudiantes de ingeniería. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, (E39), 539–553. https://www.proquest.com/openview/0c9d9301aaea74d4108ed9ec65e2fbc7/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393

Martínez, H., & Reyes, M. (2020). Experiencias en la aplicación de una estrategia de aprendizaje basada en un juez en línea de programación y los principios de la ciencia cognitiva. *Temas de Ciencia y Tecnología*, *24*(72), 41–50. http://repositorio.utm.mx:8080/jspui/handle/123456789/347

Morales, L., Ucan, M., & Ramos, A. (2024). Clubes de programación y aprendizaje activo: Del aula al éxito en programación competitiva con el uso de Omegaup. *BASACHÍ*, *2*(2), 17. https://www.utpn.edu.mx/sites/default/files/revista-anteriores/BASACH%C3%8D%20vol%202%2C%20n%C3%BAm2%20jul-dic%202024_0.pdf#page=17

Moreno, J., & Pineda, A. (2018). Competitive programming and gamification as strategy to engage students in computer science courses. *Revista Espacios*, *39*(35). https://www.revistaespacios.com/a18v39n35/18393511.html

Moreno, J., Pineda, A., & Montoya, L. (2013). Uso de un ambiente virtual competitivo para el aprendizaje de algoritmos y programación - Experiencia en la Universidad Nacional de Colombia. *Nuevas Ideas En Informática Educativa TISE 2013*, 459–462. https://www.tise.cl/volumen9/TISE2013/459-462.pdf

Nair, P. R. (2020). Increasing Employability of Indian Engineering Graduates through Experiential Learning Programs and Competitive Programming: Case Study. *Procedia Computer Science*, *172*, 831–837. https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.119

Navarro, D., & Samón, M. (2017). Redefinición de los conceptos método de enseñanza y método de aprendizaje. *EduSol*, *17*, 26–33. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=475753184013

Nazir, S., Naicken, S., & Paterson, J. (2019). Teaching Data Structures through Group Based Collaborative Peer Interactions. *Proceedings of the 8th Computer Science Education Research Conference*, 98–103. https://doi.org/10.1145/3375258.3375270

Olipas, C. N. P., & Luciano, R. G. (2020). Understanding The Impact Of Using Countdown Timer On The Academic Motivation And Computer Programming Anxiety Of IT Students: The Case Of A State University In The Philippines. *International Journal of Scientific & Technology Research*, *9*, 235–240. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:216526235

Oliva-Caipe, J., Sinza-Diaz, Y., & Guerrero-Calvache, S. (2023). Análisis de los componentes relacionados en programación competitiva: un mapeo sistemático de literatura. *Revista Politécnica*, *19*(38), 212–230. https://doi.org/10.33571/rpolitec.v19n38a14

Pintrich, P., Smith, D., García, T., & McKeachie, W. (1991). *A Manual for the Use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)*. https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED338122.pdf

Revelo-Sánchez, O., Collazos-Ordoñez, C., & Jiménez-Toledo, J. (2018). El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación una revisión sistemática de literatura. *TecnoLógicas*, *21*(41), 115–134. https://www.redalyc.org/journal/3442/344255038007/html/

Rossainz-López, M., Rueda-Galindo, A., Cerón-Garnica, C., & Archundia-Sierra, E. (2023). Tecnología Educativa Revista CONAIC. *EcnologíaEducativaRevistaCONAIC*, *X*(3), 11–15. https://terc.mx/index.php/terc/article/view/345/270

Soler, Y., Cárdenas, M., Aguirre, R., Castro, Y., & Lezcano, M. (2020). Visualización dinámica, una opción para la enseñanza-aprendizaje de la programación de computadoras. *HOLOS*, *2*, 1–20. https://doi.org/10.15628/holos.2020.4241

Soler, Y., & Lezcano, M. (2008). Organización del conocimiento de la asignatura “Estructuras de Datos y Algoritmos” para Ingeniería informática basada en mapas conceptuales. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, *5*, 145–150. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=133117550017

Teran-Pomier, J. (2016). De las competencias de programación a una pedagogía educativa en La Paz (Bolivia). *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, *2*(2), 138–144. https://revistas.uma.es/index.php/innoeduca/article/view/2034/1952

Trejos, O., Muñoz, L., & Solarte-Martínez, G. (2020). La evaluación como instrumento de aprendizaje en programación de computadores usando Conectivismo y brain based learning. *Scientia et Technica*, *25*(3), 422–429. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7581821

UADY. (2022). *Modelo Educativo para la Formación Integral (MEFI)*. https://portalinsitucionalsa.blob.core.windows.net/cms/principal/documentos/Documento_MEFI_2022.pdf#page=46&zoom=100,0,0

Wackerly, D., Mendenhall, W., & Scheaffer, R. (2010). *Estadística matemática con aplicaciones* (S. A. Cengage Learning Editores, Ed.; Séptima Edición). https://www.cimat.mx/ciencia_para_jovenes/bachillerato/libros/%5bWackerly,Mendenhall,Scheaffer%5dEstadistica_Matematica_con_Aplicaciones.pdf

Yuen, K., Liu, D., & Leong, H. (2023). Competitive programming in computational thinking and problem solving education. *Computer Applications in Engineering Education*, *31*(4), 850–866. https://doi.org/10.1002/cae.22610

ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario de percepción

El propósito de este cuestionario es evaluar la percepción estudiantil sobre la comprensión, eficacia, atractivo/pertinencia y compromiso generados por la metodología de enseñanza basada en programación competitiva.

Estimado alumno gracias por tu participación en este estudio. Tu opinión es importante y permitirá obtener información precisa sobre tu experiencia en el curso Estructuras de Datos.
Modo de responder: En cada cuestión se incluye una escala de valoración de 1 a 5 donde 1 significa Totalmente en desacuerdo y 5 significa Totalmente de acuerdo, marque la opción con la que mejor se identifique. El último ítem es una pregunta abierta para expresar tu opinión respecto al curso Estructuras de Datos.
Importante: Por favor responda a todas las preguntas, no hay respuestas correctas o incorrectas**.** La información se tratará **confidencialmente**.

Datos de Identificación

1. Género ( ) Hombre ( ) Mujer | ( ) Prefiero no indicar

2. Edad _____

Por favor, para cada una de las siguientes afirmaciones, indica tu nivel de acuerdo en una escala del 1 al 5, donde 1 significa "Totalmente en desacuerdo" y 5 significa "Totalmente de acuerdo".

Bloque 1

			Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	No.	**Pregunta**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
COMPRENSION	1	Comprendo el funcionamiento y la aplicación de las pilas después de estudiarlas en clase.					
	2	Comprendo mejor el funcionamiento y la aplicación de las pilas después de resolver problemas en el taller de Programación Competitiva.					
	3	Comprendo el funcionamiento y la aplicación de las colas después de estudiarlas en clase.					

	4	Comprendo mejor el funcionamiento y la aplicación de las colas después de resolver problemas en el taller de Programación Competitiva.					
	5	Comprendo el funcionamiento y la aplicación de las listas después de estudiarlas en clase.					
	6	Comprendo mejor el funcionamiento y la aplicación de las listas después de resolver problemas en el taller de Programación Competitiva.					

Bloque 2

			Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
EFICACIA ADQUIRIR HABILIDADES	**No.**	**Pregunta**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	7	El taller de Programación Competitiva ha fortalecido mis habilidades de programación.					
	8	El taller de Programación Competitiva ha mejorado mi capacidad para analizar y seleccionar estructuras de datos adecuadas.					
	9	El taller de Programación Competitiva ha incrementado mi habilidad para resolver problemas.					

Bloque 3

			Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
ATRACTIVO Y PERTINENCIA	**No.**	**Pregunta**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	10	La programación competitiva me resultó interesante y estimulante para el aprendizaje de las estructuras de datos.					
	11	La programación competitiva aumentó mi motivación para resolver problemas y mejorar mi desempeño.					
	12	Considero que la programación competitiva es una estrategia innovadora y útil para fortalecer el aprendizaje.					
	13	Los ejercicios propuestos en el concurso de programación fueron adecuados para valorar mis conocimientos (dificultad y numero de ejercicios).					
	14	El tiempo asignado al concurso de programación fue apropiado para resolver los ejercicios y poner en práctica lo aprendido.					
	15	Disfruté colaborar con mi equipo en el concurso de programación.					

Bloque 4

			Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	No.	**Pregunta**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Compromiso y esfuerzo	16	He mostrado constancia y compromiso en la asistencia al curso (aula y taller).					
	17	He realizado los ejercicios y las prácticas del curso (aula y taller) con dedicación y responsabilidad.					
	18	En la programación competitiva (taller, prácticas, concurso) me esforcé al máximo para alcanzar los objetivos.					

19. En este espacio puedes comentar sobre tu experiencia en el curso. Ayúdanos a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura.

Anexo 2. Cuestionario MSLQ adaptado

MOTIVATED STRATEGIES FOR LEARNING QUESTIONNAIRE (MSLQ)

(Pintrich et al., 1991)

Objetivo: Recolectar información con respecto al nivel de motivación en los estudiantes Ingeniería de Software de la Unidad Multidisciplinaria Tizimín al cursar la asignatura Estructuras de Datos.

Te anticipo las gracias por tu tiempo y colaboración, tu participación es importante para el éxito de este estudio.

El cuestionario le pregunta sobre su motivación para trabajar en este curso. NO HAY RESPUESTAS CORRECTAS O INCORRECTAS PARA ESTE CUESTIONARIO. NO ES UNA PRUEBA. Queremos que responda al cuestionario con la mayor precisión posible, reflejando sus propias actitudes y comportamientos en este curso.

Modo de responder: Para cada cuestión se incluye una escala de valoración. Rellene el cuestionario marcando la opción con la que mejor se identifique.

Importante: Por favor responda a todas las preguntas. La información se tratará confidencialmente.

Datos de Identificación

1. Género ( ) Hombre ( ) Mujer ( ) Prefiero no indicar

2. Edad _____

Por favor, para cada afirmación responder del 1 al 7, donde

1. No me identifico en absoluto
2. Me identifico muy poco
3. Me identifico poco
4. Ni me identifico ni me dejo de identificar
5. Me identifico moderadamente
6. Me identifico bastante
7. Me identifico totalmente

No.	Ítem	1	2	3	4	5	6	7
		No me identifico en absoluto	Me identifico muy poco	Me identifico poco	Ni me identifico ni me dejo de identificar	Me identifico moderadamente	Me identifico bastante	Me identifico totalmente
1	En una asignatura como esta, prefiero material que realmente me desafíe para poder aprender cosas nuevas.							
2	Si estudio de manera adecuada, podré aprender los temas de esta asignatura.							
3	Cuando presento un examen, pienso en lo mal que me está yendo en comparación con otros estudiantes.							
4	Considero que podré utilizar en otros cursos lo que aprenda en esta asignatura							
5	Considero que obtendré una calificación sobresaliente en esta asignatura.							
6	Estoy seguro(a) de que puedo entender hasta los temas más difíciles de esta asignatura.							
7	Obtener una calificación sobresaliente en esta asignatura es lo más satisfactorio para mí en este momento.							
8	Mientas estoy presentando un examen, pienso en otras preguntas de la prueba que no he logrado responder.							
9	Si no aprendo los temas de esta asignatura, será por mi culpa.							
10	Es importante para mí aprender el material del curso de esta asignatura.							
11	Lo más importante para mí en este momento es mejorar mi promedio general, por lo que mi principal preocupación en esta asignatura es obtener buenas calificaciones.							
12	Confío en que puedo aprender los conceptos básicos enseñados en esta asignatura.							
13	Si puedo, quiero obtener mejores calificaciones en esta asignatura que la mayoría de mis compañeros del curso.							
14	Cuando presento un examen, pienso en las consecuencias de reprobar.							
15	Confío en que puedo entender los temas más difíciles que enseñe mi profesor(a) de esta asignatura							

No.	Ítem	1	2	3	4	5	6	7
		No me identifico en absoluto	Me identifico muy poco	Me identifico poco	Ni me identifico ni me dejo de identificar	Me identifico moderadamente	Me identifico bastante	Me identifico totalmente
16	En una asignatura como esta, prefiero temas que despierten mi curiosidad, incluso si son difíciles de aprender.							
17	Estoy muy interesado(a) en el campo de estudio de esta asignatura.							
18	Si me esfuerzo lo suficiente, entenderé los temas de esta asignatura.							
19	Me siento intranquilo(a), molesto(a) cuando presento un examen.							
20	Estoy seguro(a) de que puedo hacer un excelente trabajo en las tareas y exámenes de esta asignatura.							
21	Espero tener un buen desempeño en esta asignatura.							
22	Lo más satisfactorio para mí en esta asignatura es tratar de entender el contenido con la mayor profundidad posible							
23	Pienso que el contenido y el material de esta asignatura es útil para mí.							
24	Cuando tengo la oportunidad en esta asignatura, elijo tareas que me permitan aprender, incluso si no garantizan una buena calificación.							
25	Si no entiendo los temas de esta asignatura, es porque no me esforcé lo suficiente.							
26	Me gustan los temas de esta asignatura.							
27	Entender los temas de esta asignatura es muy importante para mí.							
28	Cuando presento un examen siento que mi corazón se acelera							
29	Estoy seguro(a) de que puedo dominar las habilidades que se desarrollan en esta asignatura.							
30	Quiero hacerlo bien en esta asignatura porque es importante demostrar mi capacidad a mi familia, amigos y a otras personas.							

No.	Ítem	1 No me identifico en absoluto	2 Me identifico muy poco	3 Me identifico poco	4 Ni me identifico ni me dejo de identificar	5 Me identifico moderadamente	6 Me identifico bastante	7 Me identifico totalmente
31	Considerando la dificultad de esta asignatura, el profesor y mis habilidades, creo que me irá bien en este curso.							

Anexo 3. Guia de la entrevista en profundidad

GUÍA DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA GRUPAL

Evaluación de la metodología de enseñanza de estructuras de datos basada en programación competitiva

Tipo: Entrevista en profundidad
Población: Estudiantes universitarios (cohortes 2024, 2025 y 2026)
Duración estimada: 60 minutos

Objetivo

Explorar la percepción, experiencia y valoración de los estudiantes respecto a la metodología basada en programación competitiva, analizando su impacto en la motivación, autoeficacia, progreso percibido, estrés académico, aprendizaje significativo y desarrollo de habilidades de resolución de problemas.

Constructos analizados

1. Motivación (intrínseca y extrínseca)
2. Autoeficacia
3. Progreso percibido
4. Estrés / ansiedad
5. Resolución de problemas
6. Aprendizaje significativo
7. Trabajo colaborativo
8. Transferencia del aprendizaje
9. Valoración del método

GUÍA DE PREGUNTAS

Apertura

- ¿Cómo describirían su experiencia general en el curso estructuras de datos?
- Si tuvieran que definir el curso en una palabra o frase, ¿cuál sería?

1. Motivación

- ¿Qué aspectos del curso les motivaban más a participar o esforzarse?
- ¿Cómo influyó la dinámica tipo competencia en su interés por aprender?

2. Autoeficacia

- Antes de llevar el curso, ¿cómo percibían su capacidad para resolver problemas de programación?
- ¿Cambió esa percepción durante o después del curso? ¿De qué manera?

3. Progreso percibido (Evolución)

- Pensando en el primer concurso y el segundo concurso, ¿sintieron que mejoraban?
- ¿En qué aspectos notaron esa mejora (tiempo, comprensión, estrategias, confianza)?

4. Estrés y experiencia emocional

- ¿La dinámica les generaba estrés, presión o ansiedad? ¿En qué momentos?
- ¿Ese estrés afectaba su desempeño o los motivaba a mejorar?

5. Resolución de problemas

- ¿Qué tipo de habilidades creen que desarrollaron al trabajar con problemas tipo competencia?
- ¿Cómo enfrentaban un problema cuando no sabían cómo resolverlo?
- ¿Notaron cambios en su forma de resolver con el tiempo?

6. Aprendizaje significativo

- ¿Consideran que realmente comprendieron las estructuras de datos o solo aprendieron a resolver ejercicios?
- ¿Qué actividades les ayudaron más a entender los contenidos?

7. Trabajo colaborativo

- ¿Cómo fue la experiencia de trabajar en equipo?

- ¿Cómo se organizaban (roles, dinámica de trabajo)?

8. Transferencia del aprendizaje

- ¿Han utilizado lo aprendido en este curso en otras materias o proyectos?
- ¿Consideran que este aprendizaje será útil en su vida profesional?

|9. Valoración final

- ¿Qué fue lo mejor de la metodología utilizada?
- ¿Qué aspectos mejorarían?