

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
VALPARAÍSO - CHILE



“Evaluación del desarrollo del Pensamiento
Computacional en la asignatura IWI-131”

JUAN ANTONIO CÁCERES BUZCOVICH

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL EN INFORMÁTICA

Profesor Guía: Federico Meza
Profesor Correferente: Andrea Vásquez

Abril - 2026



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): Memoria o trabajo de título Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Evaluación del desarrollo del Pensamiento Computacional en la asignatura IWI-131

Nombre del candidato(a): Juan Antonio Cáceres Buzcovich

Carrera / Grado: Ingeniería Civil Informática

Campus: Casa Central Valparaíso Departamento: Departamento de Informática

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Federico Meza Montoya, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

6 meses 12 meses 2 años 3 años 5 años 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):


4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 14/05/2026

Firma: 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 14/05/2026 Firma: 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

DEDICATORIA

A mis padres y abuela, que sin ellos no podría haber llegado donde estoy hoy en día.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis amigos, que me acompañaron en todo este proceso de la universidad, por los lindos momentos y recuerdos que hicimos, los viajes, salidas, y especialmente todos los momentos que compartimos jugando voleibol. A todos los conocí por este lindo deporte y fue lo que nos unió y terminó convirtiéndonos en amigos.

Doy gracias a todos mis profesores con los que tuve el placer de aprender de sus clases, y doy gracias especialmente al profesor Federico que tuvo que lidiar con este alumno que siempre fue disperso y poco organizado. Que, a pesar de los inconvenientes, desapariciones y dificultades para concretar reuniones, aún así se preocupaba de que estuviera bien y avanzando a mi ritmo, dándome el apoyo que cualquier alumno quisiera en su proceso de memoria.

Y quiero agradecer profundamente a mi familia, a mis tíos y primos. A mi hermana Alejandra, que no importa que tan difícil o grande sea un problema, cuenta con una gran determinación que no la detendrá hasta lograr su objetivo. A mi abuela, que sus grandes sacrificios y decisiones la llevaron donde está ahora y logró sacar adelante a nuestra familia. Y especialmente, a mis padres, Gracias papá por darme todos los consejos que a ti te hubiera gustado haber recibido de chico, gracias por siempre apoyarme y estar a mi lado cuando sentía que la universidad me estaba colapsando, gracias por siempre decirme que no es el fin del mundo y puedo salir delante de cualquier situación. Y gracias madre, mamá, la persona que siempre se preocupa por mí, que siempre está cuando la necesito sin importar la distancia, que haría lo que fuera con tal de verme feliz. Soy muy afortunado de tenerlos como padres, muchas gracias.

RESUMEN

El pensamiento computacional (PC) es un conjunto de habilidades cognitivas fundamentales para la resolución de problemas en el ámbito de la programación y la informática, cuyo desarrollo en etapas tempranas de la formación universitaria resulta especialmente relevante. En la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), la asignatura IWI-131 constituye el curso introductorio de programación para estudiantes de primer año; sin embargo, hasta la fecha no existía evidencia sistematizada sobre su impacto en el desarrollo de estas habilidades.

El presente trabajo evaluó dicho impacto mediante un diseño pre–post, comparando los resultados de una prueba diagnóstica inicial, aplicada al comienzo del curso, con los de un nuevo instrumento de evaluación aplicado al finalizar la asignatura. Este nuevo test fue construido a partir de ítems isomórficos respecto del instrumento original, con el fin de medir las mismas habilidades —abstracción, pensamiento algorítmico, generalización y descomposición— en condiciones equivalentes, evitando sesgos por memorización.

Los resultados evidenciaron una mejora general en el desempeño de los estudiantes, tanto en el puntaje global como en cada una de las habilidades evaluadas. El pensamiento algorítmico presentó el mayor incremento relativo (+36,37%), seguido por generalización (+31,06%) y abstracción (+26,52%), mientras que descomposición mostró la menor variación (+9,09%). Estos hallazgos aportan evidencia sobre el efecto formativo de la asignatura y orientan posibles mejoras para fortalecer el desarrollo del PC en futuros cursos.

Palabras clave: Pensamiento computacional; programación; test; evaluación; IWI-131.

ABSTRACT

Computational thinking (CT) is a set of cognitive skills fundamental to problem-solving in programming and computer science, whose development during the early stages of university education is particularly relevant. At the Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), the course IWI-131 serves as the introductory programming course for first-year students; however, to date no systematized evidence existed regarding its impact on the development of these skills.

This study evaluated such impact through a pre–post design, comparing the results of an initial diagnostic test, administered at the beginning of the course, with those of a new assessment instrument applied upon its completion. This new test was built using isomorphic items with respect to the original instrument, in order to measure the same skills —abstraction, algorithmic thinking, generalization, and decomposition— under equivalent conditions, avoiding biases related to memorization.

The results showed an overall improvement in student performance, both in the global score and across each of the evaluated skills. Algorithmic thinking presented the highest relative increase (+36.37%), followed by generalization (+31.06%) and abstraction (+26.52%), while decomposition showed the smallest variation (+9.09%). These findings provide evidence of the formative effect of the course and offer guidance for potential improvements aimed at further strengthening the development of CT skills in future iterations of the course.

Keywords: Computational thinking; programming; test; assessment; IWI-131.

GLOSARIO

- CT: *Computational Thinking*.
- cCTt: *competent Computational Thinking test*
- IWI-131: Siglas del curso Programación en la UTFSM.
- PC: Pensamiento Computacional.
- UTFSM: Universidad Técnica Federico Santa María.

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE TABLAS	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Contexto	2
1.2 Situación Actual	2
1.3 Dificultades	3
1.4 Factores Relevantes	3
1.4.1 Inteligencia Artificial	3
1.4.2 Periodo Escolar	3
1.4.3 Motivación	4
1.5 Objetivos.....	4
1.5.1 Objetivo General	4
1.5.2 Objetivos Específicos	4
1.6 Reflexiones.....	5
CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL.....	6
2.1 Pensamiento Computacional	6
2.2 Bebras.....	7
2.2.1 Ejercicios Isomórficos	10
CAPÍTULO 3: ESTADO DEL ARTE.....	11
3.1 “competent Computational Thinking test”	11
3.1.1 Evaluación del pensamiento computacional en la educación obligatoria	11

3.1.2	Enfoques adicionales para evaluar	11
3.2	Enseñanza del pensamiento computación en educación	12
3.2.1	Uso de lenguajes de programación visuales	12
3.2.2	Integración interdisciplinaria	14
3.2.3	Alfabetización digital y code-literacy	14
3.2.4	Perspectivas Críticas sobre el Pensamiento Computacional	15
3.3	Factores determinantes en el Desarrollo del Pensamiento computacional en educación preuniversitaria.....	15
3.3.1	Variables en el Desarrollo del Pensamiento Computacional	15
3.3.2	Género y Nivel Educativo en las Habilidades de PC	16
3.3.3	Impacto del Éxito Académico en Matemáticas y Ciencias en el PC	16
3.3.4	Importancia de la Actitud y el Éxito Académico en Tecnología de la Información	17
3.3.5	Conclusiones del Estudio	17
3.4	Validación de una Prueba Basada en Bebras para Evaluar Habilidades de Pensamiento Computacional en Estudiantes Universitarios	18
3.4.1	Introducción al Pensamiento Computacional y la Evaluación en Educación Superior	18
3.4.2	Desarrollo de una Prueba Basada en Bebras para Evaluar el Pensamiento Computacional en Estudiantes Universitarios	18
3.4.3	Metodología de Validación y Análisis de Consistencia Interna	19
3.4.4	Análisis de Índices de Dificultad y Discriminación	20
3.4.5	Conclusiones y Futuras Direcciones	20
CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA		21
4.1	Método Experimental	21
4.2	Objetivos del test	21
4.3	Estado inicial de la asignatura.	22
4.3.1	Sistema de evaluación	22
4.3.2	Preguntas	22
4.3.3	Resultados:	22

4.3.4 Análisis estado inicial	35
4.4 Etapa de evaluación final	43
CAPÍTULO 5: RESULTADOS	45
5.1 Contexto y enfoque.....	45
5.2 Test final	46
5.2.1 Estructura general	46
5.2.2 Ítems isomórficos.....	46
5.2.3 Ítems directos de evaluación.....	47
5.3 Caracterización de la muestra	47
5.4 Resultados test final	48
5.4.1 Resultados generales	48
5.4.2 Resultados por habilidad	50
5.4.3 Resultados ítems directos	54
5.5 Comparación pre – post IWI-131	56
5.5.1 Comparación global	56
5.5.2 Comparación por habilidad	59
5.6 Discusión de resultados	65
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXOS	74
Anexo A – Preguntas del test cCTt.....	74
Anexo B – Modelo estudio del PC por Durak y Saritepeci	78

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cuatro pilares fundamentales del pensamiento computacional. Fuente: SmartTEAM.	6
Figura 2: Ejemplo de ejercicio isomórfico. Fuente: Marxist Philosophy of Science	10
Figura 3: Distribución de los resultados de la prueba. Fuente: [Meza24].....	19
Figura 4: Resultados de los índices de validación. Fuente: [Meza24].....	20
Figura 5: Descripción de los resultados de la prueba. Fuente: [Meza24]	20
Figura 6: Resultados Pregunta 1 Fuente: Elaboración propia.....	23
Figura 7: Resultados pregunta 4 Fuente: Elaboración propia.....	24
Figura 8: Resultados pregunta 10 Fuente: Elaboración Propia	24
Figura 9: Abstracción, puntaje obtenido por estudiante Fuente: Elaboración propia.....	25
Figura 10: Resultados pregunta 2 Fuente: Elaboración propia	26
Figura 11: Resultados pregunta 3 Fuente: Elaboración Propia	27
Figura 12: Resultados pregunta 11 Fuente: Elaboración propia	28
Figura 13: Pensamiento Algorítmico, puntaje obtenido por estudiante Fuente: Elaboración propia	28
Figura 14: Resultados pregunta 5 Fuente: Elaboración propia	29
Figura 15: Resultados pregunta 6 Fuente: Elaboración propia	30
Figura 16: Resultados pregunta 8 Fuente: Elaboración propia	30
Figura 17: Generalización, puntaje obtenido por estudiante Fuente: Elaboración propia	31
Figura 18: Resultados pregunta 7 Fuente: Elaboración propia	32
Figura 19: Resultados pregunta 9 Fuente: Elaboración propia	33
Figura 20: Resultados pregunta 12 Fuente: Elaboración propia	33
Figura 21: Descomposición, puntaje obtenido por estudiante Fuente: Elaboración propia	34
Figura 22: Distribución general de puntajes Fuente: Elaboración propia	35
Figura 23: <i>Box plot</i> puntaje total Fuente: Elaboración propia	36
Figura 24: Puntajes promedio por habilidad Fuente: Elaboración propia	37
Figura 25: Distribución puntajes por estudiante – Abstracción Fuente: Elaboración propia	38
Figura 26: Distribución puntajes obtenidos – Pensamiento Algorítmico Fuente: Elaboración propia	39

Figura 27: Distribución puntajes obtenidos – Generalización Fuente: Elaboración propia	40
Figura 28: Distribución puntajes obtenidos – Descomposición Fuente: Elaboración propia	41
Figura 29: Resultados generales – Test final Fuente: Elaboración propia.....	48
Figura 30: Box plot – Test final Fuente: Elaboración propia.....	49
Figura 31: Resultados abstracción – Test final Fuente: Elaboración propia	50
Figura 32: Resultados pensamiento algorítmico – Test final Fuente: Elaboración propia	51
Figura 33: Resultados generalización – Test final Fuente: Elaboración propia.....	52
Figura 34: Resultados descomposición - Test final Fuente: Elaboración propia	53
Figura 35: Resultados preguntas directas – Test final Fuente: Elaboración propia.....	54
Figura 36: Notas pre – post IWI-131 Fuente: Elaboración propia	56
Figura 37: Box plot pre-post IWI-131 Fuente: Elaboración propia.....	57
Figura 38: Análisis notas post IWI-131 Fuente: Elaboración propia	58
Figura 39: Puntajes abstracción pre-post IWI-131 Fuente: Elaboración propia	59
Figura 40: Puntajes pensamiento algorítmico pre–post IWI-131 Fuente: Elaboración propia	60
Figura 41: Puntajes generalización pre-post IWI-131 Fuente: Elaboración propia	61
Figura 42: Puntajes descomposición pre-post IWI-131 Fuente: Elaboración propia.....	62
Figura 43: Puntajes promedio por habilidad pre-post IWI-131 Fuente: Elaboración propia.....	63

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis ejercicios <i>Bebras</i> según habilidades del pensamiento computacional. Fuente: [Dagiené16].	7
Tabla 2: Características de Scratch y Alice. Fuente: Elaboración propia.....	14
Tabla 3: Análisis respuestas - Abstracción Fuente: Elaboración propia.....	25
Tabla 4: Distribución de puntajes - Abstracción Fuente: Elaboración propia.....	26
Tabla 5: Análisis respuestas – Pensamiento Algorítmico Fuente: Elaboración propia	28
Tabla 6: Distribución de puntajes – Pensamiento Algorítmico Fuente: Elaboración propia	29
Tabla 7: Análisis respuestas - Generalización Fuente: Elaboración propia	31
Tabla 8: Distribución puntajes - Generalización Fuente: Elaboración propia.....	32
Tabla 9: Análisis respuestas - Descomposición Fuente: Elaboración propia	34
Tabla 10: Distribución puntajes - Descomposición Fuente: Elaboración propia.....	34
Tabla 11: Medidas de dispersión puntaje total Fuente: Elaboración propia.....	36
Tabla 12: Medidas de dispersión - test final Fuente: Elaboración propia.....	49
Tabla 13: Análisis preguntas directas – Test final Fuente: Elaboración propia.....	55
Tabla 14: Medidas de dispersión pre-post IWI-131 Fuente: Elaboración propia.....	57
Tabla 15: Análisis puntajes promedio por habilidad pre-post IWI-131 Fuente: Elaboración propia.....	63

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, no existe evidencia sistematizada que permita determinar si la asignatura IWI-131 impacta positivamente en el desarrollo de las habilidades de PC de los estudiantes una vez finalizado el curso. Hasta el momento, la evaluación de estas habilidades se ha centrado principalmente en la aplicación de una prueba de diagnóstico al inicio de la asignatura, cuyo propósito ha sido caracterizar el nivel de entrada de los estudiantes que ingresan a la carrera, sin considerar su evolución tras el proceso formativo asociado a la asignatura.

En este contexto, el presente trabajo busca evaluar el impacto de la asignatura IWI-131 en el desarrollo de las habilidades de pensamiento computacional en estudiantes de primer año que ingresan a la UTFSM. Para ello, se diseña un nuevo instrumento de evaluación, construido a partir de ejercicios isomórficos respecto del test diagnóstico inicial. Este nuevo test es aplicado a los estudiantes al finalizar el curso, con el objetivo de analizar posibles cambios en su desempeño y comparar los resultados obtenidos antes y después de cursar la asignatura.

El estado del arte desarrollado en esta memoria aborda los principales enfoques teóricos y metodológicos relacionados con el PC, su evaluación en contextos educativos y su vínculo con la enseñanza de la programación en la educación superior. Asimismo, se revisan estudios previos que analizan el desarrollo de estas habilidades en estudiantes universitarios, permitiendo contextualizar el problema abordado y fundamentar las decisiones metodológicas adoptadas en este trabajo.

Desde el punto de vista metodológico, el estudio se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo y descriptivo-comparativo. Se utilizan dos instrumentos de evaluación aplicados en momentos distintos del proceso formativo: una prueba diagnóstica inicial y una evaluación final. La comparación de resultados se realiza a nivel global y por habilidad, considerando exclusivamente a los estudiantes que participaron en ambas instancias. El análisis se centra en la identificación de tendencias, variaciones y posibles mejoras en el desempeño de los estudiantes.

La memoria se estructura en cinco capítulos. El primer capítulo presenta el contexto y la formulación del problema de investigación, junto con los objetivos que orientan el estudio. El segundo capítulo desarrolla el marco teórico y el estado del arte, abordando los conceptos fundamentales asociados al PC y su evaluación. En el tercer capítulo se describe la metodología empleada, incluyendo el diseño de los instrumentos y el proceso de recolección de datos. El cuarto capítulo presenta los resultados obtenidos en la evaluación diagnóstica inicial, caracterizando el nivel de entrada de los estudiantes. Finalmente, el quinto capítulo expone los resultados de la evaluación final y el análisis comparativo pre-post, junto con la discusión de los principales hallazgos del estudio.

CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Contexto

En el curso de programación, o mejor conocido por estudiantes de la UTFSM como IWI-131, se tiene como objetivo enseñar a los alumnos de primer año los fundamentos básicos de la programación para la resolución de problemas y/o ejercicios en distintas disciplinas. Esto se lleva a cabo por una serie de pasos dentro del curso, iniciando en un principio con una representación visual de lo que es la programación hasta llegar a finalmente trabajar en un computador para crear un código que resuelva los problemas dados.

En el transcurso de la asignatura, se busca que el estudiante desarrolle la habilidad de PC, para así tener la capacidad de resolver cualquier problema que se le presente siguiendo una serie de pasos o instrucciones para llegar a una solución.

1.2 Situación Actual

Actualmente, el problema que se presenta es que no se tiene claro el impacto que tiene en las y los estudiantes aprobar la asignatura IWI-131 en el desarrollo de las habilidades de pensamiento computacional (PC), ni un estudio que relacione las habilidades de entrada (o sea, habilidades previas a cursar el ramo) con el nivel de logro alcanzado en PC una vez que se aprueba la asignatura.

En el año 2023, se realizó un test basado en ejercicios *Bebras*¹ para evaluar el pensamiento computacional en los estudiantes de primer año de la UTFSM. Si bien, esta propuesta busca en cierta medida evaluar las habilidades previas que cuentan los estudiantes, no se evalúa si el cursar la asignatura IWI-131 ha ayudado en desarrollar aún más el PC en los alumnos. Contar con dicha información permitiría adaptar la asignatura con el objetivo de mejorar el desarrollo de estas habilidades.

¹ Iniciativa internacional que tiene como objetivo promover la informática (ciencias de la computación o computación) y el pensamiento computacional entre los estudiantes de todas las edades.

1.3 Dificultades

Cada estudiante es diferente, es por esto que es importante contar con una forma de evaluar el nivel de pensamiento computacional con el que ingresan a la UTFSM de una forma amigable y no intimidante, encontrar el equilibrio entre estos dos aspectos es un desafío que se presenta.

Se espera que los estudiantes, en el transcurso de la asignatura, vayan desarrollando las distintas habilidades que el pensamiento computacional presenta para poder resolver problemas cada vez más difíciles y complejos. Tener un test de diagnóstico con una dificultad muy elevada no será de mucha utilidad para evaluar el nivel de los estudiantes, como tampoco sirve contar con un test demasiado fácil dado que no sería visible qué aspectos del pensamiento computacional los estudiantes no entienden o tienden a fallar. Adicionalmente, no se cuenta con una forma de evaluar a los estudiantes después de haber realizado este test, no hay forma de analizar si existe una mejoría en las distintas áreas que el pensamiento computacional presenta.

1.4 Factores Relevantes

Se debe tener presente que existen factores que afectan en el desarrollo del PC de un estudiante.

1.4.1 Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial en los últimos años ha tenido un avance sorprendente, siendo *ChatGPT*² el que más tema ha dado de qué hablar. Si bien, su uso como herramienta de apoyo en el aprendizaje ha demostrado ser una forma eficiente y efectiva de mejorar la calidad de la educación y adaptarla a las necesidades de los estudiantes [Pérez23], también puede causar un efecto negativo al proporcionar soluciones a problemas que mediante las habilidades de pensamiento computacional los estudiantes deberían ser capaces de solucionar. Al utilizar la ayuda que da *ChatGPT* no se estarían desarrollando estas habilidades.

1.4.2 Periodo Escolar

Otro factor es la educación que el alumno tuvo durante su enseñanza escolar. Existen colegios en donde la asignatura de programación es parte de su malla curricular, enseñando

² Aplicación de *chatbot* de inteligencia artificial desarrollado en 2022 por OpenAI que se especializa en el diálogo.

así a estudiantes a programar desde una temprana edad dotándolos de herramientas cognitivas necesarias para desenvolverse en el mundo digital [Llorens17].

1.4.3 Motivación

Un factor que quizás no se toma muy en cuenta es la motivación que influye directamente en el nivel de involucramiento del estudiante frente a tareas que requieren análisis, reflexión y resolución de problemas. El desarrollo de estas habilidades del PC demanda un esfuerzo cognitivo sostenido, el cual, dependiendo la motivación de estudiante, puede contar con mayor o menor disposición a enfrentar problemas complejos asociados al PC.

1.5 Objetivos

Para el desarrollo de esta memoria, se presentan los distintos objetivos que se deben alcanzar:

1.5.1 Objetivo General

- Evaluar el impacto de la asignatura IWI-131 programación en el nivel de logro de las habilidades de pensamiento computacional de las y los estudiantes, tomando en cuenta sus condiciones de entrada.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Identificar qué habilidades del pensamiento computacional se logran desarrollar en los estudiantes que cursan la asignatura IWI-131.
- Analizar resultados obtenidos de estudiantes a través de cuestionarios durante el proceso de cursar la asignatura IWI-131.
- Comparar los resultados obtenidos por los estudiantes antes y después de cursar la asignatura IWI-131.

1.6 Reflexiones

La asignatura IWI-131 tiene como misión introducir a los estudiantes a la programación y fomentar en ellos el desarrollo del PC, una habilidad crucial en el ámbito de la resolución de problemas. Sin embargo, aunque se puede suponer que esta asignatura impacta positivamente en el desarrollo de estas habilidades, no existe evidencia concreta que permita entender en qué medida contribuye el progreso del PC en los estudiantes de primer año de la UTFSM. Esto deja una brecha importante en la comprensión del rol de la asignatura en la formación académica inicial.

Es evidente que, para avanzar en este conocimiento, resulta necesario evaluar tanto el punto de partida de los estudiantes como su evolución tras aprobar el curso. Esto permitirá, además, adaptar los contenidos y la metodología del curso de manera más efectiva, orientando su desarrollo a las necesidades específicas de los estudiantes y optimizando el logro de competencias fundamentales en el contexto académico y profesional.

Asimismo, se enfrentan desafíos considerables. La diversidad de niveles de entrada, las expectativas de aprendizaje, y la influencia de factores externos, como la exposición previa a la programación o el impacto de herramientas de inteligencia artificial como *ChatGPT*, complican la medición y análisis de estos logros. Este contexto plantea la importancia de una evaluación continua y balanceada, que tome en cuenta tanto la motivación y habilidades iniciales de los estudiantes como los posibles efectos de su entorno educativo.

Este trabajo de memoria busca, en última instancia, llenar esta brecha de conocimiento. Entender el impacto de IWI-131 y, en un futuro, optimizar su desarrollo para mejorar la enseñanza del pensamiento computacional permitirá contribuir a una formación más sólida y adaptativa, facilitando que cada estudiante adquiera las competencias necesarias para enfrentar problemas complejos con confianza y creatividad.

CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL

2.1 Pensamiento Computacional

El pensamiento computacional se refiere a un conjunto de habilidades y enfoques mentales que son esenciales para resolver problemas de manera efectiva utilizando la computación [Wing06]. Esta definición se basa en cuatro pilares fundamentales:

- **Descomposición (*Descomposition*):** Esta habilidad implica dividir un problema complejo en partes más pequeñas y manejables. Al descomponer un problema, se facilita su resolución, ya que se abordan subproblemas individuales en lugar de lidiar con la complejidad del problema en su conjunto.
- **Reconocimiento de Patrones (*Patter Recognition*):** El pensamiento computacional implica la identificación de patrones o tendencias dentro de los datos o información. Los patrones reutilizar soluciones en otro contexto.
- **Abstracción (*Abstracction*):** En este contexto, la abstracción implica la capacidad de aislar información esencial mientras se ignora lo no esencial. Simplificar un problema al centrarse en los detalles críticos es una parte fundamental del pensamiento computacional.
- **Diseño de Algoritmos (*Algorithm Design*):** Los algoritmos son pasos o instrucciones ordenadas utilizadas para resolver un problema o realizar una tarea. El pensamiento computacional incluye la habilidad de diseñar algoritmos eficientes y efectivos para resolver problemas específicos.



Figura 1: Cuatro pilares fundamentales del pensamiento computacional.

Fuente: [SmartTEAM](#).

Estas habilidades no solo son cruciales en el ámbito de la informática, sino que también tienen aplicaciones significativas en diversas disciplinas y aspectos de la vida diaria.

Existen diversas formas de desarrollar estas habilidades, pero la programación informática es la que más logra fomentar el desarrollo del pensamiento computacional, ya que es una actividad que incorpora de manera natural las cuatro habilidades que lo componen: la abstracción y la descomposición de problemas, el reconocimiento de patrones para la generalización de soluciones, y el diseño de algoritmos para estructurar y ordenar los pasos necesarios para resolver un problema. Al exponer a los estudiantes a estos procesos de forma integrada, la programación se convierte en un medio especialmente efectivo para desarrollar las competencias clave del pensamiento computacional [Lye14].

2.2 *Bebras*

Bebras es una iniciativa internacional con el objetivo de promover la informática (ciencias de la computación o computación) y el pensamiento computacional entre estudiantes de todas las edades. Por lo general, los participantes son supervisados por profesores que pueden integrar el desafío *Bebras* en sus actividades de enseñanza. La comunidad de *Bebras* expone que aprender conceptos desde una temprana edad es crucial para una comprensión más profunda de diversos temas de informática [Dagiené16].

Estos ejercicios evalúan distintas habilidades que conforman el pensamiento computacional, pudiendo separarlas por categorías si se planea usar preguntas específicas para evaluar cierta habilidad en un grupo de estudiantes (Ver tabla 1).

Tabla 1: Análisis ejercicios *Bebras* según habilidades del pensamiento computacional.
Fuente: [Dagiené16].

Habilidad PC	Ejercicio (<i>Task</i>)	Ejemplo
Abstracción	<i>Beaver the Alchemist</i> <i>Busy Beaver</i> <i>Drawing Stars</i> <i>Fried Egg</i> <i>Geocaching</i> <i>Popularity</i> <i>Trains</i> <i>Walnut Animals</i>	<i>Walnut Animals</i> : Con este ejercicio, abstraemos características como el pelaje y el tamaño. Representamos al animal solo por la estructura de cuerpo; lo demás no es relevante. Esta estructura se conserva incluso cuando

		los animales son transformados. Un informático debe reconocer lo que es importante, lo que se puede omitir y cómo son similares las estructuras.
Diseño de Algoritmos	<i>Beaver Logs</i> <i>Biber Hotel</i> <i>Bowl Factory</i> <i>Building a Chip</i> <i>Button Game</i> <i>Car Transportation</i> <i>Chakhokhbili</i> <i>Crane Operating</i> <i>Cross Country</i> <i>Decorating Chocolate</i> <i>Drawing Patterns</i> <i>Dream Dress</i> <i>Fair Share</i> <i>Irrigation System</i> <i>Left Turn!</i> <i>Mushrooms</i> <i>Pencils Alignment</i> <i>Reaching the Target</i> <i>Supper Power Family</i> <i>Theatre</i> <i>Throw the Dice</i> <i>You Won't Find It</i>	<p>Biber Hotel: La estructura de este ejercicio es lo que se llama "árbol binario"³, lo que significa que desde cada punto hay dos ramas que conducen a habitaciones adicionales. El número de habitación facilita una navegación adicional. Los datos en una computadora también pueden organizarse de esta manera. A pesar de tener varios millones de entradas, se puede encontrar una entrada (o su ausencia) en menos de 25 comparaciones. De hecho, con un máximo de n comparaciones, es posible distinguir entre $2^n - 1$ entradas.</p> <p>Crane Operating: En esta tarea se busca una secuencia de instrucciones. Solo se pueden cambiar dos objetos si uno de los objetos se coloca en un lugar vacío. La mayoría de las computadoras todavía</p>

³ Estructura de datos en la cual cada nodo puede tener un hijo izquierdo y un derecho. No pueden tener más de dos hijos.

		funcionan con programas que se ejecutan de manera secuencial, por lo que cada operación de intercambio en la memoria de la computadora también necesita un espacio adicional.
Descomposición	<i>Animation</i> <i>Fireworks</i> <i>Pirate Hunters</i> <i>Stack Computer</i> <i>Quick Beaver Code</i> <i>Word Chains</i>	Stack Computer: La notación habitual para expresiones aritméticas no es la más fácil de entender para una computadora, o más bien, se necesita un programa más complicado para procesar tales expresiones. Sin embargo, escribir un programa para analizar expresiones en notación postfija (o computadora de pila) es mucho más sencillo. Para resolver esta tarea, la expresión debe descomponerse en sus partes individuales.
Reconocimiento de Patrones	<i>Animal Competition</i> <i>Beaver Gates</i> <i>Beaver Tutorials</i> <i>Birds</i> <i>Bracelet</i> <i>Birthday Balloons</i> <i>Date Protection</i> <i>Email Scam</i> <i>Robot the Stairs</i>	Bracelet: Es importante poder reconocer patrones que pueden ser útiles para nosotros. Reconocer patrones nos ayuda a encontrar similitudes en cosas que pueden parecer diferentes al principio, pero que tienen algo en común. Esta tarea también se ocupa de verificar una solución

	<i>Setting the Table</i> <i>Turn the Cards</i>	propuesta: las posibles respuestas deben ser verificadas con respecto al brazalete original para ver si cumplen con el orden requerido de las formas.
--	---	---

2.2.1 Ejercicios Isomórficos

Se define isomorfismo como correspondencia estructural o mapeo que preserva ciertas propiedades entre dos entidades [Zemlyachenko85]. Entonces se define que los ejercicios isomórficos son ejercicios que cuentan con estructuras similares siendo ejercicios distintos.

Este concepto será utilizado dentro de la memoria para poder presentar un prototipo de Test isomórfico con respecto al Test que actualmente se está utilizando en la UTFSM.

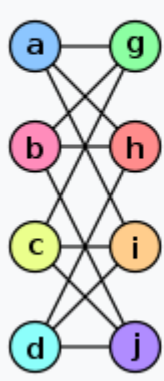
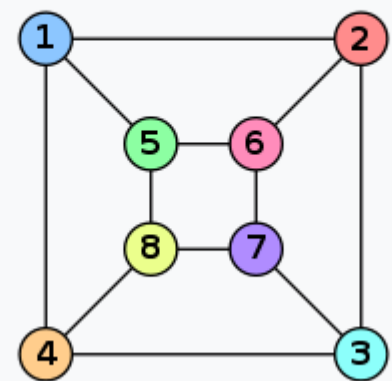
GRAFO G ₁	GRAFO G ₂	Isomorfismo entre G ₁ y G ₂
 <p>Diagrama del grafo G₁ con 10 nodos etiquetados de a a j. Los nodos están conectados de la siguiente manera: a-g, a-h, a-i, a-j, b-g, b-h, b-i, b-j, c-g, c-h, c-i, c-j, d-g, d-h, d-i, d-j.</p>	 <p>Diagrama del grafo G₂ con 8 nodos etiquetados de 1 a 8. Los nodos están conectados de la siguiente manera: 1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 2-3, 2-6, 3-4, 3-7, 4-5, 4-8, 5-6, 6-7, 6-8, 7-8.</p>	$f(a) = 1$ $f(b) = 6$ $f(c) = 8$ $f(d) = 3$ $f(g) = 5$ $f(h) = 2$ $f(i) = 4$ $f(j) = 7$

Figura 2: Ejemplo de ejercicio isomórfico.

Fuente: Marxist Philosophy of Science

CAPÍTULO 3: ESTADO DEL ARTE

3.1 “*competent Computational Thinking test*”

Dentro de las herramientas utilizadas para evaluar el pensamiento computacional, destaca el desarrollo de una prueba denominada “*competent Computational Thinking test*” (cCTt), diseñada específicamente para estudiantes de primaria. Esta evaluación subraya la necesidad de contar con instrumentos validados que permitan medir el pensamiento computacional en diversas etapas educativas, proporcionando así una base sólida para el análisis y la comparación de los avances en el desarrollo de estas habilidades a lo largo del proceso formativo de los estudiantes [El-Hamamsy22].

3.1.1 Evaluación del pensamiento computacional en la educación obligatoria

La inclusión del pensamiento computacional (PC) en los currículos globales ha motivado la creación de herramientas específicas para evaluar el PC en distintas etapas escolares, desde la educación preescolar hasta la secundaria [Tikva21].

A pesar de estos esfuerzos, todavía no existen instrumentos universalmente válidos y confiables para evaluar el PC en niveles como el de la escuela primaria y superior. El cCTt, es una prueba *unplugged* diseñada para estudiantes de 7 a 9 años, sin requerir experiencia previa en programación.

La prueba consta de preguntas de opción múltiple que abordan conceptos como secuencias, bucles y condiciones, permitiendo una evaluación gradual de la comprensión del PC en estas edades [Roman17].

Los análisis de validez y confiabilidad (incluyendo el análisis factorial confirmatorio y la teoría clásica de Test) han mostrado que el cCTt es adecuado para discriminar entre estudiantes con habilidades de PC bajas y medias, aunque tiene limitaciones para evaluar competencias avanzadas.

3.1.2 Enfoques adicionales para evaluar

Aunque el cCTt es adecuado para una evaluación general, su limitación en medir competencias avanzadas en PC sugiere que debe combinarse con otros métodos de evaluación [Grover15], lo que ampliaría su validez de contenido y proporcionaría una evaluación más completa del PC en etapas más avanzadas.

En esta línea, Román-González et al. desarrollaron el *Computational Thinking Test* (CTt), un instrumento orientado a estudiantes de educación básica y secundaria que evalúa el PC a

través de preguntas de opción múltiple centradas en secuencias, bucles y condiciones. Este test ha sido sometido a estudios de validez de criterio, analizando qué habilidades cognitivas subyacen al pensamiento computacional, demostrando su utilidad como herramienta diagnóstica en contextos escolares [Roman17].

Por su parte, para el contexto universitario, Meza et al. desarrollaron y validaron una prueba basada en tareas del *Bebras Challenge*, adaptada al español y orientada a estudiantes de primer año sin experiencia previa en programación. Este instrumento evalúa las cuatro habilidades fundamentales del PC —abstracción, descomposición, generalización y pensamiento algorítmico— y ha demostrado correlaciones significativas con el rendimiento académico en matemáticas y programación, posicionándose como una herramienta diagnosticada válida para la educación superior en contextos latinoamericanos [Meza24].

La diversidad de estos instrumentos refleja que no existe un enfoque único y universal para evaluar el PC, sino que la elección del instrumento debe considerar el nivel educativo, el contexto y las habilidades específicas que se desean medir.

3.2 Enseñanza del pensamiento computación en educación

Integrar el pensamiento computacional en la educación ayuda a los alumnos a abordar problemas complejos de manera estructurada y eficiente. Además, fomenta habilidades como la creatividad, la colaboración y la adaptabilidad, que son esenciales en un entorno laboral en constante evolución. El desafío radica en enseñar estos conceptos de manera accesible y efectiva, promoviendo una comprensión profunda sin necesidad de que los estudiantes sean expertos en programación o informática.

3.2.1 Uso de lenguajes de programación visuales

La enseñanza del pensamiento computacional a menudo se apoya en lenguajes de programación visuales, como Scratch⁴ o Alice⁵, que permiten a los estudiantes abordar conceptos fundamentales de la computación sin la complejidad de los lenguajes tradicionales [Resnick09]. Estos lenguajes promueven la creatividad y el pensamiento lógico de manera accesible, lo que facilita la comprensión de conceptos abstractos.

Característica	Scratch	Alice
----------------	---------	-------

⁴ Motor de videojuegos desarrollado por MIT Media Lab. Su principal característica consiste en que permite el desarrollo de habilidades mentales mediante el aprendizaje de la programación sin tener conocimientos profundos sobre el código.

⁵ Software educativo libre y abierto orientado a objetos con un entorno de desarrollo integrado.

Enfoque principal	Introducción a la programación mediante bloques y desarrollo de pensamiento lógico y algorítmico.	Creación de animaciones, historias interactivas y juegos en 3D para enseñar conceptos de programación orientada a objetos.
Nivel educativo	Ideal para estudiantes de educación básica y secundaria.	Orientado a educación secundaria y primeros años universitarios.
Lenguaje de programación	Programación basada en bloques.	Programación basada en bloques con un enfoque en programación orientada a objetos.
Interfaz de usuario	Interfaz 2D amigable y colorida, con bloques de código que se arrastran y sueltan.	Interfaz 3D, que permite a los estudiantes manipular objetos y escenarios en un entorno tridimensional.
Tipos de proyectos	Juegos, animaciones, simulaciones y narrativas interactivas en 2D.	Animaciones 3D, historias, juegos y simulaciones interactivas en un entorno tridimensional.
Biblioteca de recursos	Amplia galería de personajes, escenarios y sonidos; permite a los usuarios crear y cargar sus propios recursos.	Amplia galería de personajes y objetos en 3D; también permite la creación y personalización de personajes y escenarios 3D.
Conceptos de programación	Variables, condicionales, bucles, eventos, y mensajes para sincronización.	Variables, condicionales, bucles, eventos, y conceptos de objetos como clases, métodos, y herencia básica.
Colaboración	Permite compartir y colaborar en proyectos a	No cuenta con una plataforma de colaboración en línea, aunque se pueden

	través de su plataforma en línea (Scratch.mit.edu).	compartir proyectos exportados.
Plataforma y accesibilidad	Basado en la web y tiene una versión de escritorio (Scratch Desktop); funciona en Windows, macOS, y Linux.	Programa de escritorio disponible para Windows y macOS; necesita mayores recursos de sistema debido a su entorno 3D.
Comunidad	Activa comunidad en línea donde los usuarios pueden ver, compartir y comentar proyectos.	No tiene una comunidad tan activa en comparación con Scratch, aunque existen foros y recursos en línea específicos de Alice.
Uso educativo	Muy popular en educación primaria y secundaria para introducir programación y pensamiento computacional.	Más usado en cursos de introducción a programación orientada a objetos en secundaria avanzada y primeros años universitarios.

Tabla 2: Características de Scratch y Alice.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Integración interdisciplinaria

El pensamiento computacional también ha sido promovido como una herramienta interdisciplinaria. En lugar de enseñar programación exclusivamente en cursos de informática, algunos estudios sugieren integrarlo transversalmente en diversas asignaturas para desarrollar habilidades de resolución de problemas en áreas como matemáticas y ciencias [Systo13]. Este enfoque fomenta un aprendizaje más colaborativo y multidisciplinario [García-Peñalvo16].

3.2.3 Alfabetización digital y *code-literacy*

En el marco del pensamiento computacional, ha cobrado relevancia el concepto de “alfabetización en código” (*code-literacy*), que hace referencia a la habilidad de comprender y utilizar lenguajes de programación. Esta alfabetización digital es considerada esencial para los estudiantes, ya que les proporciona las bases para abordar problemas complejos en áreas como STEM (ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas) [Disessa00].

3.2.4 Perspectivas Críticas sobre el Pensamiento Computacional

Aunque el pensamiento computacional es reconocido como una habilidad valiosa, algunos estudios sugieren que no debe considerarse una solución universal para la educación. Más bien, debe ser visto como una herramienta complementaria que ayuda a los educadores a preparar a los estudiantes para los desafíos de un futuro tecnológico. La clave está en integrar este enfoque de manera afectiva y adaptativa según las necesidades específicas de cada contexto educativo [García-Peñalvo17].

3.3 Factores determinantes en el Desarrollo del Pensamiento computacional en educación preuniversitaria

En un contexto donde la tecnología y las habilidades digitales son cada vez más esenciales, el PC ha surgido como una competencia fundamental para la educación del siglo XXI. La capacidad para resolver problemas de forma lógica y estructurada es crucial, no solo para aquellos que aspiran a carreras en ciencias de la computación, sino también para estudiantes de todas las disciplinas que se enfrentan a los desafíos de una sociedad digitalizada.

El estudio hecho por Durak y Saritepeci el 2018, examina cómo variables tales como el estilo de pensamiento, el rendimiento académico en matemáticas y ciencias, y la actitud hacia la tecnología influyen en el desarrollo de habilidades de PC en estudiantes de secundaria.

Al explorar estas relaciones, se busca identificar patrones y desarrollar un modelo predictivo que permita a los educadores diseñar intervenciones más efectivas para promover el pensamiento computacional desde edades tempranas, alineándose con los objetivos educativos modernos y las demandas de una ciudadanía tecnológicamente competente [Durak18].

3.3.1 Variables en el Desarrollo del Pensamiento Computacional

El estudio explora cómo diversas variables afectan el desarrollo de las habilidades de PC en estudiantes de educación secundaria. Los resultados indican que el “estilo de pensamiento” tiene el mayor impacto en las habilidades de CT, seguido del éxito académico en matemáticas y la actitud hacia esta asignatura. Además, la educación en ciencias, la experiencia en tecnologías de la información (IT) y el uso diario de internet también se asocian con mejoras en las habilidades de PC, aunque en menor medida.

Dentro de las variables que afectan el desarrollo de las habilidades de PC se encuentran las siguientes:

- Género
- Nivel educativo
- Experiencia uso de tecnologías de información
- Uso diario de internet
- Éxito académico en matemáticas
- Actitud hacia matemáticas
- Éxito académico en ciencias
- Actitud hacia ciencias
- Éxito académico en tecnologías de información
- Actitud hacia tecnología de la información

3.3.2 Género y Nivel Educativo en las Habilidades de PC

Existen investigaciones mixtas en cuanto al impacto del género en las habilidades de PC, con algunos estudios que muestran diferencias significativas a favor de los estudiantes masculinos en ciertos niveles de educación. No obstante, otros estudios no encuentran diferencias significativas, indicando que factores como el interés en programación o robótica y la autoeficacia en programación pueden mediar estas diferencias [Atmatzidou16]. Además, el nivel educativo y el desarrollo cognitivo también influyen en el desarrollo del PC, ya que habilidades como el pensamiento abstracto y la resolución de problemas se fortalecen a medida que los estudiantes avanzan en su educación.

3.3.3 Impacto del Éxito Académico en Matemáticas y Ciencias en el PC

La relación entre el PC y las matemáticas ha sido ampliamente documentada, debido a las habilidades compartidas como el pensamiento lógico, la resolución de problemas y el pensamiento analítico [Barr11]. Los resultados del estudio revelan que el éxito académico en matemáticas y ciencias se asocia positivamente con el desarrollo de habilidades de PC, resaltando que estas materias refuerzan habilidades que también son esenciales en el aprendizaje del PC.

3.3.4 Importancia de la Actitud y el Éxito Académico en Tecnología de la Información

El estudio identifica la importancia del éxito académico en cursos de tecnologías de la información y la actitud hacia estos cursos como factores relevantes en el desarrollo de habilidades de PC. Esto subraya la relación entre el aprendizaje de la programación y el desarrollo del PC, donde el conocimiento en informática actúa como una base sólida para la práctica de PC en diversos entornos [Koorse15].

3.3.5 Conclusiones del Estudio

El estudio concluye que el PC es afectado significativamente por el estilo de pensamiento y el éxito en matemáticas, ciencias y tecnología de la información. Recomienda diseñar currículos educativos que se ajusten a los estilos de pensamiento de los estudiantes y que integren el CT de manera transversal. Para mejorar estas habilidades en los estudiantes, se sugiere implementar programas que combinen estas disciplinas y que comiencen desde niveles educativos tempranos [Akçay09].

3.4 Validación de una Prueba Basada en *Bebras* para Evaluar Habilidades de Pensamiento Computacional en Estudiantes Universitarios

En los últimos años, la UTFSM ha impulsado iniciativas para mejorar la formación en PC de sus estudiantes, especialmente en carreras de ingeniería. Reconociendo la importancia de evaluar las habilidades de PC desde el inicio de la vida universitaria, un equipo de docentes en la universidad desarrolló y validó una prueba basada en tareas del *Bebras Challenge*. Este instrumento, diseñado en español y adaptado al contexto latinoamericano, tiene como objetivo medir habilidades fundamentales de PC, como la abstracción, descomposición, generalización y pensamiento algorítmico, en estudiantes de primer año sin experiencia previa en programación. La prueba, validada con una muestra de 980 estudiantes, se presenta como una herramienta útil para detectar habilidades de PC en un entorno académico, estableciendo correlaciones significativas con el rendimiento en matemáticas y programación.

Esta iniciativa marca un paso importante en la incorporación de evaluaciones específicas de PC en la educación superior en Chile [Meza24].

3.4.1 Introducción al Pensamiento Computacional y la Evaluación en Educación Superior

El PC se ha consolidado como una habilidad clave en el ámbito educativo, pero su evaluación sigue siendo un desafío debido a la falta de un consenso sobre su definición y componentes específicos. La diversidad de herramientas para evaluar PC refleja enfoques variados, aunque la mayoría de estos instrumentos se centran en el pensamiento algorítmico y se han diseñado principalmente para niños en edad escolar [Tang20].

El *Bebras Challenge*, diseñado originalmente para fomentar el interés en ciencias de la computación, se ha adaptado en varias investigaciones para evaluar el PC, demostrando su flexibilidad y aplicabilidad en diversos contextos educativos [Delal20].

3.4.2 Desarrollo de una Prueba Basada en *Bebras* para Evaluar el Pensamiento Computacional en Estudiantes Universitarios

Este estudio propone una herramienta de evaluación de PC en español, basada en tareas del *Bebras Challenge*, dirigida a estudiantes universitarios de primer año sin experiencia en programación. Se seleccionaron cuidadosamente tareas para evaluar cuatro habilidades específicas de PC: abstracción, generalización, descomposición y pensamiento algorítmico,

adaptando cada tarea en términos de dificultad y discriminación para asegurar una prueba equilibrada.

La prueba puede aplicarse en formato digital o en papel y está diseñada para completarse en aproximadamente una hora, siendo adecuada para el contexto de clases regulares [Mooney20].

3.4.3 Metodología de Validación y Análisis de Consistencia Interna

La prueba fue validada con una muestra de 1,211 estudiantes de ingeniería de la UTFSM en Chile. Tras excluir a los estudiantes que repetían el curso, el análisis consideró los resultados de 980 participantes. Se encontró una alta correlación positiva entre los puntajes de la prueba y los resultados en matemáticas del sistema de selección universitaria nacional ($r = 0.61$, $p < 0.001$) y una correlación media positiva con el rendimiento en un examen de mitad de curso de un curso de programación ($r = 0.5$, $p < 0.001$). La consistencia interna de la prueba, medida con el alfa de Cronbach, fue de $\alpha = 0.70$, lo cual es aceptable para pruebas de este tipo [Allen02].

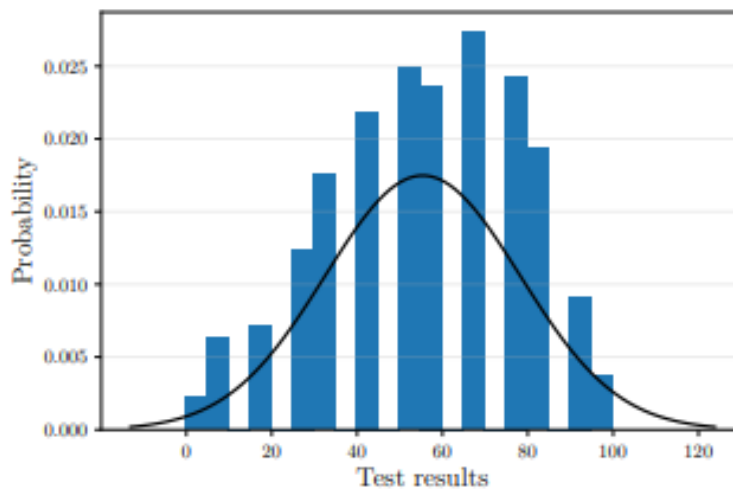


Figura 3: Distribución de los resultados de la prueba.

Fuente: [Meza24]

Item	Difficulty	Discrimination
Q1	0.37	0.25
Q2	0.59	0.67
Q3	0.56	0.48
Q4	0.31	0.56
Q5	0.61	0.63
Q6	0.38	0.47
Q7	0.81	0.42
Q8	0.68	0.58
Q9	0.49	0.70
Q10	0.67	0.63
Q11	0.68	0.67
Q12	0.50	0.68

Figura 4: Resultados de los índices de validación.

Fuente: [Meza24]

Mean	Median	Mode	SD	Min	Max
55.37	58.33	66.67	22.82	0	100

Figura 5: Descripción de los resultados de la prueba.

Fuente: [Meza24]

3.4.4 Análisis de Índices de Dificultad y Discriminación

Utilizando la Teoría Clásica de Test, se evaluaron los índices de dificultad y discriminación de cada pregunta. Los resultados indicaron que una pregunta tenía un bajo poder de discriminación, y su eliminación aumentó la consistencia interna de la prueba a $\alpha = 0.72$. Este análisis sugirió que algunas preguntas podrían ajustarse para mejorar la precisión del test. Además, se observó que las tareas seleccionadas de *Bebras* podían adaptarse efectivamente al contexto universitario, siempre y cuando se evaluaran adecuadamente para el público objetivo [Kalelioğlu22].

3.4.5 Conclusiones y Futuras Direcciones

Este estudio valida la aplicabilidad de una prueba basada en tareas de *Bebras* para evaluar PC en estudiantes de primer año de universidad en un contexto latinoamericano. La prueba presenta correlaciones significativas con el rendimiento académico en matemáticas y programación, lo que sugiere que podría utilizarse como una herramienta diagnóstica para identificar habilidades de CT en estudiantes que inician su educación universitaria en ingeniería. Se recomienda seguir refinando la prueba mediante la sustitución de elementos con bajo poder de discriminación y replicar el estudio en otros contextos educativos para evaluar su aplicabilidad y eficacia en una población más amplia [Meza24].

CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA

4.1 Método Experimental

El test implementado consiste en una adaptación del test de PC diseñado originalmente para estudiantes de primer año universitario, previo a su introducción formal en la asignatura IWI-131. Esta variación del test utiliza ejercicios isomórficos basados en los ítems del test original de la UTFSM [Meza24], lo que permite medir las áreas fundamentales del PC —abstracción, descomposición, generalización y pensamiento algorítmico— de manera sistemática y estandarizada.

La aplicación de este instrumento se llevó a cabo entre los meses de noviembre y diciembre de 2025, al finalizar el semestre académico. Este periodo fue seleccionado, ya que coincide con la finalización de la asignatura IWI-131, un ramo común en todas las carreras de la UTFSM. Dado que esta asignatura forma parte del plan de estudios general, los participantes provinieron de diversas carreras, lo que permitió evaluar de manera amplia el impacto de la formación inicial en programación sobre las habilidades de pensamiento computacional en distintos estudiantes.

4.2 Objetivos del test

Dentro de los objetivos que se esperan lograr al analizar los resultados obtenidos del test:

- **Medir el desarrollo del pensamiento computacional:** Evaluar el nivel de habilidades de PC alcanzadas por los estudiantes al finalizar la asignatura, comparando resultados obtenidos por el test original al inicio de la misma.
- **Identificar el impacto de la asignatura IWI-131:** Determinar el grado en que la metodología y los contenidos de la asignatura IWI-131 contribuyen al desarrollo de las habilidades de PC, proporcionando información sobre la efectividad del ramo.
- **Validar la adaptación del test:** Confirmar la validez y confiabilidad de esta versión adaptada del test de PC en un contexto universitario y para estudiantes que han completado la asignatura de IWI-131.
- **Proporcionar retroalimentación pedagógica:** Generar información que permita identificar áreas de mejora en la enseñanza de PC dentro de la asignatura IWI-131.

4.3 Estado inicial de la asignatura.

Como se mencionó anteriormente, en la UTFSM se realiza un test a los estudiantes que están por cursar la asignatura IWI-131, con el propósito de evaluar su nivel de PC. Esto permite identificar tanto las áreas mejor desarrolladas como también las áreas que presentan mayores deficiencias. Con esta información, se pueden determinar distintos enfoques que se pueden utilizar dentro de la asignatura acorde a los datos obtenidos, desarrollando las habilidades deficientes como también explotando las más desarrolladas.

La instancia a analizar de este test corresponde al del año 2025. Dado que IWI-131 forma parte del plan de estudio de diversas carreras de la UTFSM, los estudiantes que participaron en esta evaluación presentan una amplia variedad en lo que disciplina y conocimientos en programación respecta. En total, se contó con la participación de 2558 estudiantes.

Estos datos a analizar servirán de base para luego compararlos con los datos obtenidos con el nuevo test y concluir si la asignatura efectivamente tuvo impacto en el desarrollo de las habilidades de PC.

4.3.1 Sistema de evaluación

El test está compuesto por 12 preguntas, cada una con un puntaje asignado entre 0 y 1, donde 0 representa el puntaje más bajo posible y 12 el máximo total alcanzable. Siguiendo la metodología de evaluación utilizada en la UTFSM, el puntaje obtenido se convierte a una escala de 0 a 100. Este ajuste permite reflejar los resultados del test en un formato igual al utilizado en la universidad.

4.3.2 Preguntas

Cada pregunta del test está diseñada para evaluar una de las cuatro habilidades clave del PC: abstracción, descomposición, generalización y pensamiento algorítmico. De las 12 preguntas que conforman el test, tres están enfocadas en cada una de estas áreas específicas. De esta forma, se puede analizar qué habilidades presentan un mayor desafío para los estudiantes como también cuál se les hace más fácil.

4.3.3 Resultados:

Abstracción.

En el test aplicado, esta habilidad fue abordada mediante las preguntas 1, 4 y 10.

Pregunta 1: Abstracción

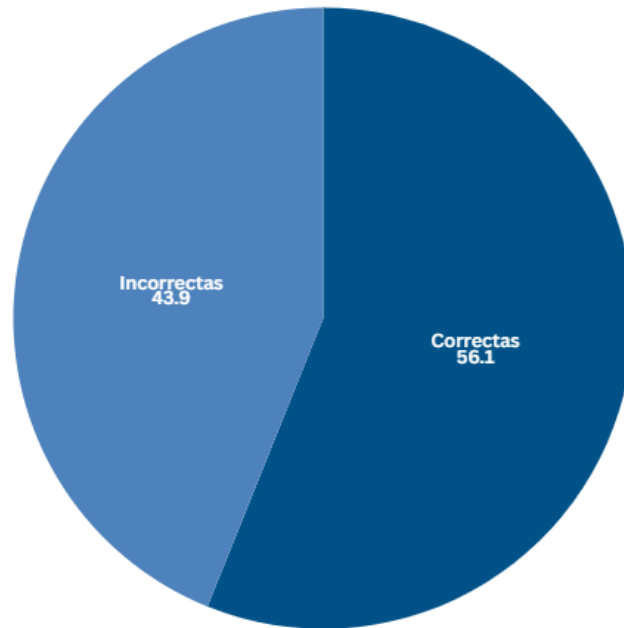


Figura 6: Resultados Pregunta 1
Fuente: Elaboración propia

Pregunta 4: Abstracción

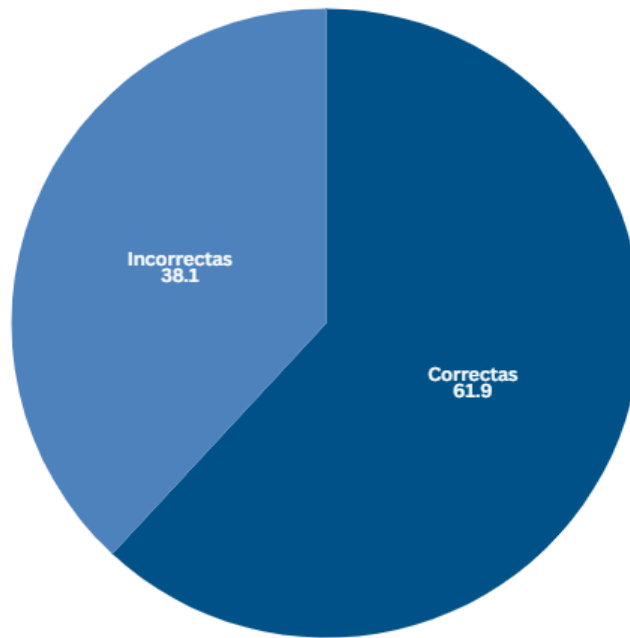


Figura 7: Resultados pregunta 4
Fuente: Elaboración propia

Pregunta 10: Abstracción

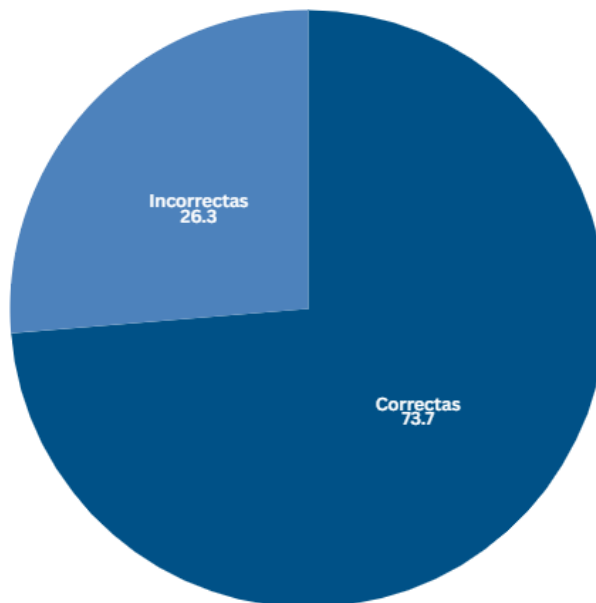


Figura 8: Resultados pregunta 10
Fuente: Elaboración Propia

Puntajes: Abstracción

■ Puntaje 0
 ■ Puntaje 1
 ■ Puntaje 2
 ■ Puntaje 3

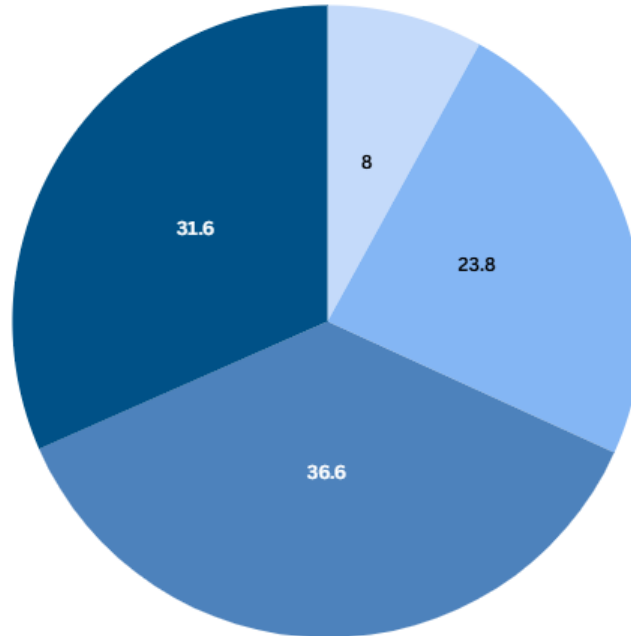


Figura 9: Abstracción, puntaje obtenido por estudiante
Fuente: Elaboración propia

Analizando los resultados obtenidos:

Pregunta	Correctas (n ⁶)	Correctas (%)	Incorrectas (n)	Incorrectas (%)
1	1436	0.561	1122	0.439
4	1584	0.619	974	0.381
10	1884	0.263	674	0.737

Tabla 3: Análisis respuestas - Abstracción
Fuente: Elaboración propia

⁶ Número de estudiantes

Puntaje obtenido	Estudiantes (n)	Porcentaje (%)
0	206	0.08
1	608	0.238
2	936	0.366
3	808	0.316

Tabla 4: Distribución de puntajes - Abstracción
Fuente: Elaboración propia

Pensamiento Algorítmico

Esta habilidad fue abordada en las preguntas 2, 3 y 11 del test.

Pregunta 2: Pensamiento Algorítmico

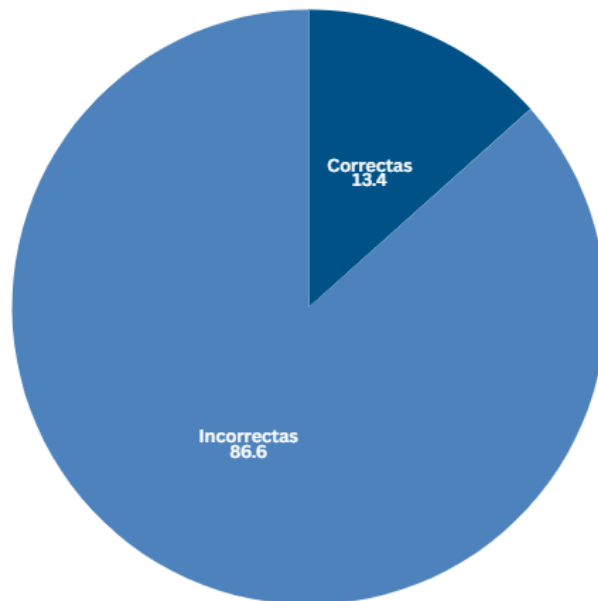


Figura 10: Resultados pregunta 2
Fuente: Elaboración propia

Pregunta 3: Pensamiento Algorítmico

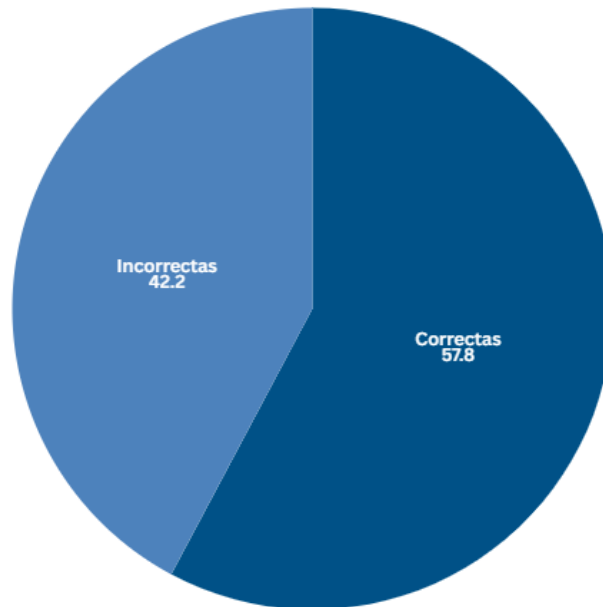


Figura 11: Resultados pregunta 3

Fuente: Elaboración Propia

Pregunta 11: Pensamiento Algorítmico

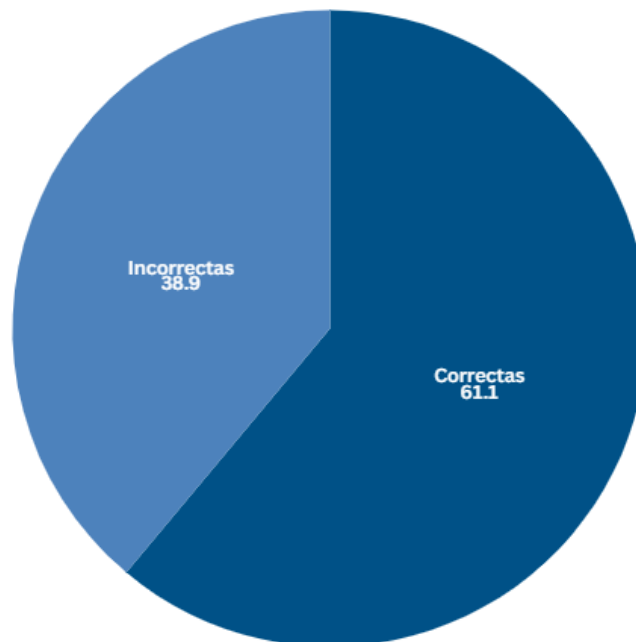


Figura 12: Resultados pregunta 11
Fuente: Elaboración propia

Puntajes: Pensamiento Algorítmico

■ Puntaje 0 ■ Puntaje 1 ■ Puntaje 2 ■ Puntaje 3

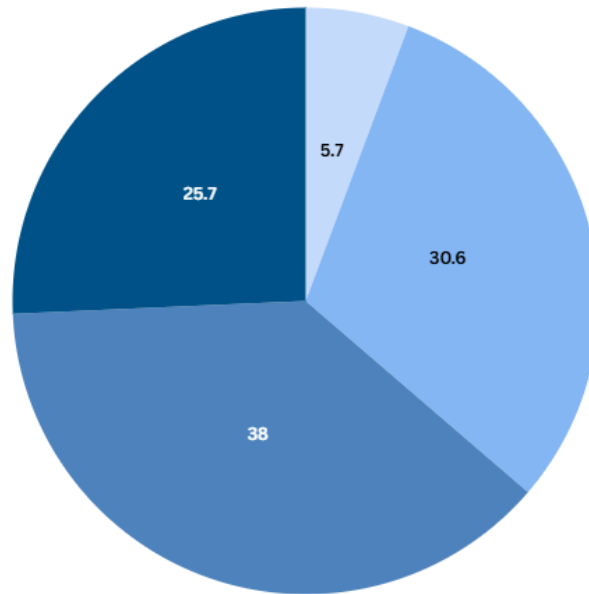


Figura 13: Pensamiento Algorítmico, puntaje obtenido por estudiante
Fuente: Elaboración propia

Analizando los resultados obtenidos:

Pregunta	Correctas (n)	Correctas (%)	Incorrectas (n)	Incorrectas (%)
2	2216	0.866	342	0.134
3	1479	0.578	1079	0.422
11	1004	0.392	1554	0.608

Tabla 5: Análisis respuestas – Pensamiento Algorítmico
Fuente: Elaboración propia

Puntaje obtenido	Estudiantes (n)	Porcentaje (%)
0	146	0.057
1	783	0.306
2	971	0.38
3	658	0.257

Tabla 6: Distribución de puntajes – Pensamiento Algorítmico
Fuente: Elaboración propia

Generalización.

En el instrumento utilizado, esta dimensión del PC fue abordada mediante las preguntas 5, 6 y 8.

Pregunta 5: Generalización

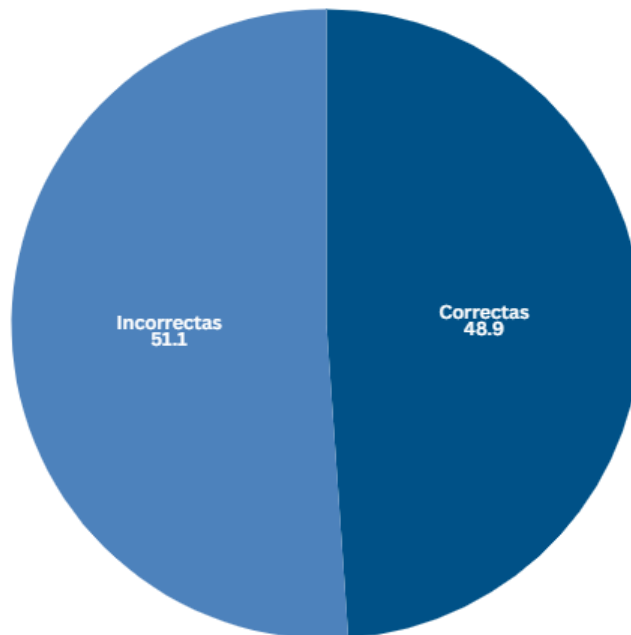


Figura 14: Resultados pregunta 5
Fuente: Elaboración propia

Pregunta 6: Generalización

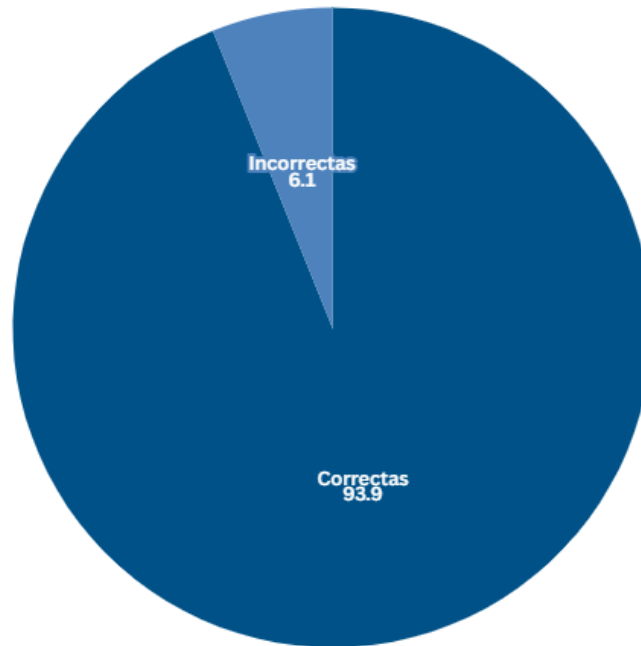


Figura 15: Resultados pregunta 6
Fuente: Elaboración propia

Pregunta 8: Generalización

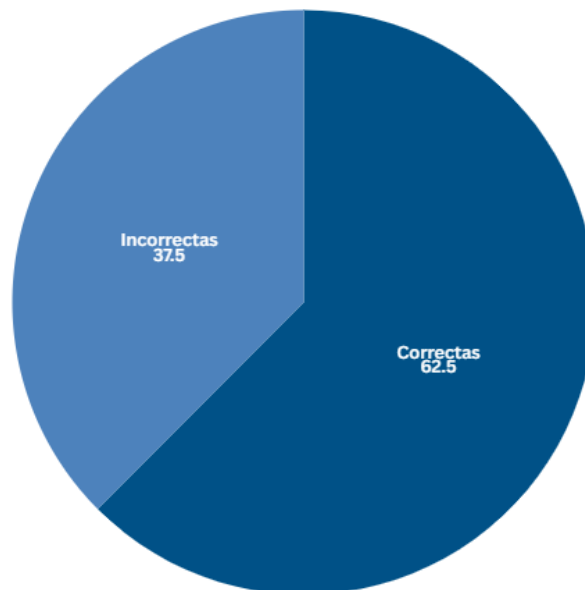


Figura 16: Resultados pregunta 8
Fuente: Elaboración propia

Puntajes: Generalización

■ Puntaje 0
 ■ Puntaje 1
 ■ Puntaje 2
 ■ Puntaje 3

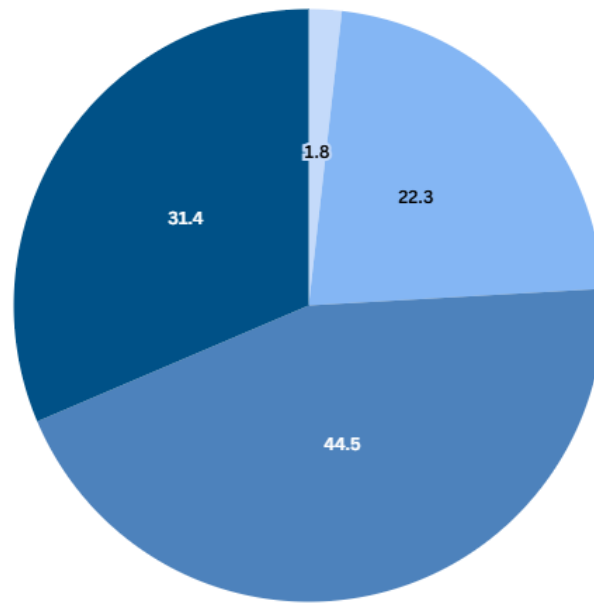


Figura 17: Generalización, puntaje obtenido por estudiante
Fuente: Elaboración propia

Analizando los resultados obtenidos:

Pregunta	Correctas (n)	Correctas (%)	Incorrectas (n)	Incorrectas (%)
5	1251	0.489	1307	0.511
6	2403	0.939	155	0.061
8	1599	0.625	959	0.375

Tabla 7: Análisis respuestas - Generalización
Fuente: Elaboración propia

Puntaje obtenido	Estudiantes (n)	Porcentaje (%)
0	47	0.018
1	571	0.223
2	1138	0.445
3	802	0.314

Tabla 8: Distribución puntajes - Generalización
Fuente: Elaboración propia

Descomposición

Esta dimensión fue evaluada a través de las preguntas 7, 9 y 12 del test aplicado.

Pregunta 7: Descomposición

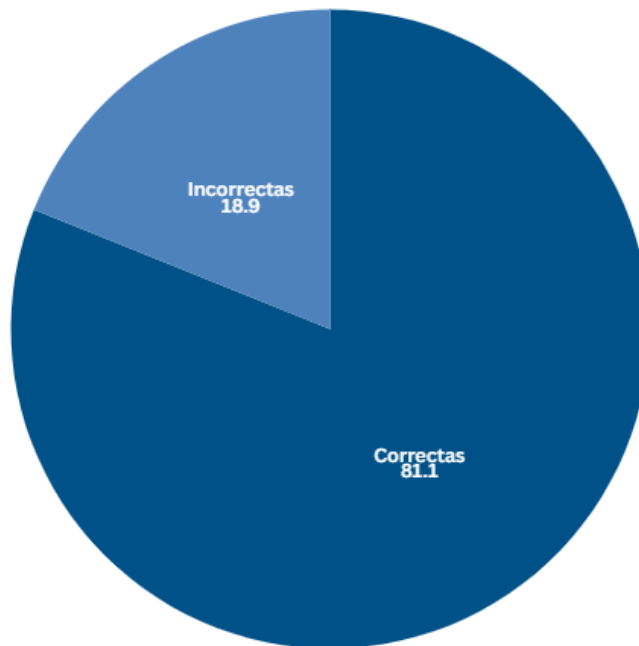


Figura 18: Resultados pregunta 7
Fuente: Elaboración propia

Pregunta 9: Descomposición

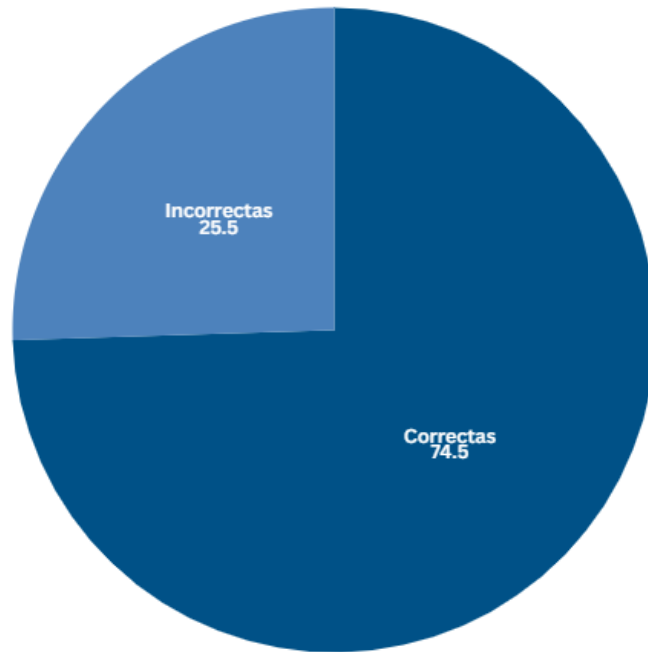


Figura 19: Resultados pregunta 9
Fuente: Elaboración propia

Pregunta 12: Descomposición

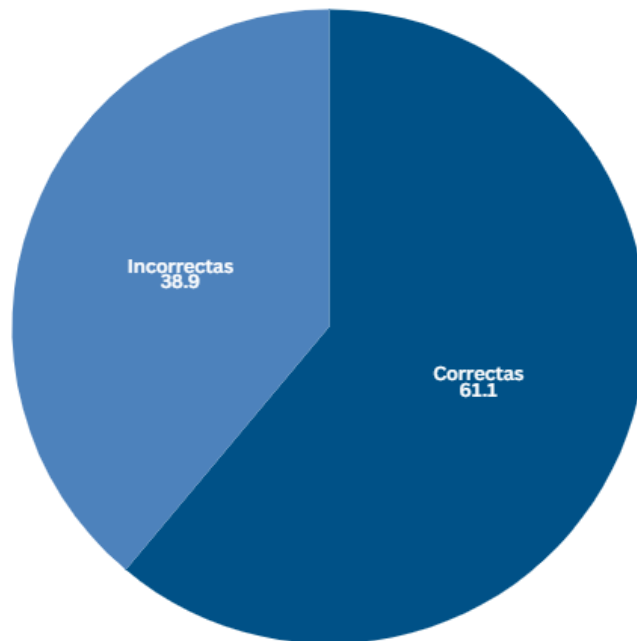


Figura 20: Resultados pregunta 12
Fuente: Elaboración propia

Puntajes: Descomposición

■ Puntaje 0 ■ Puntaje 1 ■ Puntaje 2 ■ Puntaje 3

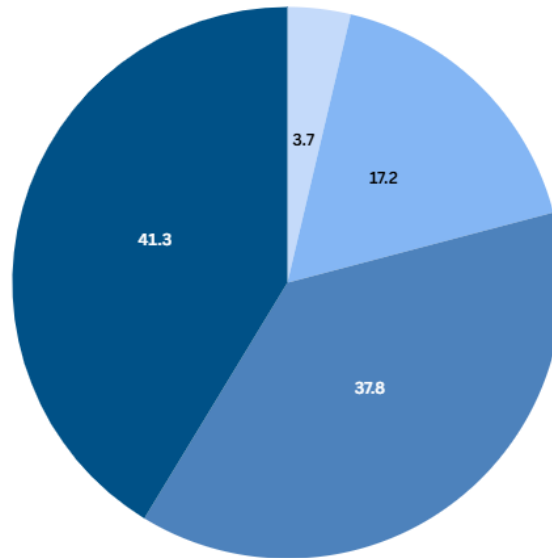


Figura 21: Descomposición, puntaje obtenido por estudiante

Fuente: Elaboración propia

Analizando los resultados obtenidos:

Pregunta	Correctas (n)	Correctas (%)	Incorrectas (n)	Incorrectas (%)
7	2075	0.811	483	0.189
9	1905	0.745	653	0.255
12	1563	0.611	995	0.389

Tabla 9: Análisis respuestas - Descomposición

Fuente: Elaboración propia

Puntaje obtenido	Estudiantes (n)	Porcentaje (%)
0	95	0.037
1	440	0.172
2	966	0.378
3	1057	0.413

Tabla 10: Distribución puntajes - Descomposición

Fuente: Elaboración propia

4.3.4 Análisis estado inicial.

Esta sección presenta los resultados obtenidos a partir del test de PC aplicado a los estudiantes previo al inicio de la asignatura IWI-131, con el objetivo de caracterizar el nivel de entrada de las habilidades de pensamiento computacional. El análisis se estructura considerando, en primer lugar, una visión global del desempeño de los estudiantes y, posteriormente, un análisis específico por cada una de las habilidades evaluadas.

4.3.4.1 Nivel de entrada.

Los resultados generales muestran que, en promedio, los estudiantes presentan un nivel intermedio de pensamiento computacional al momento de ingresar a la asignatura IWI-131.

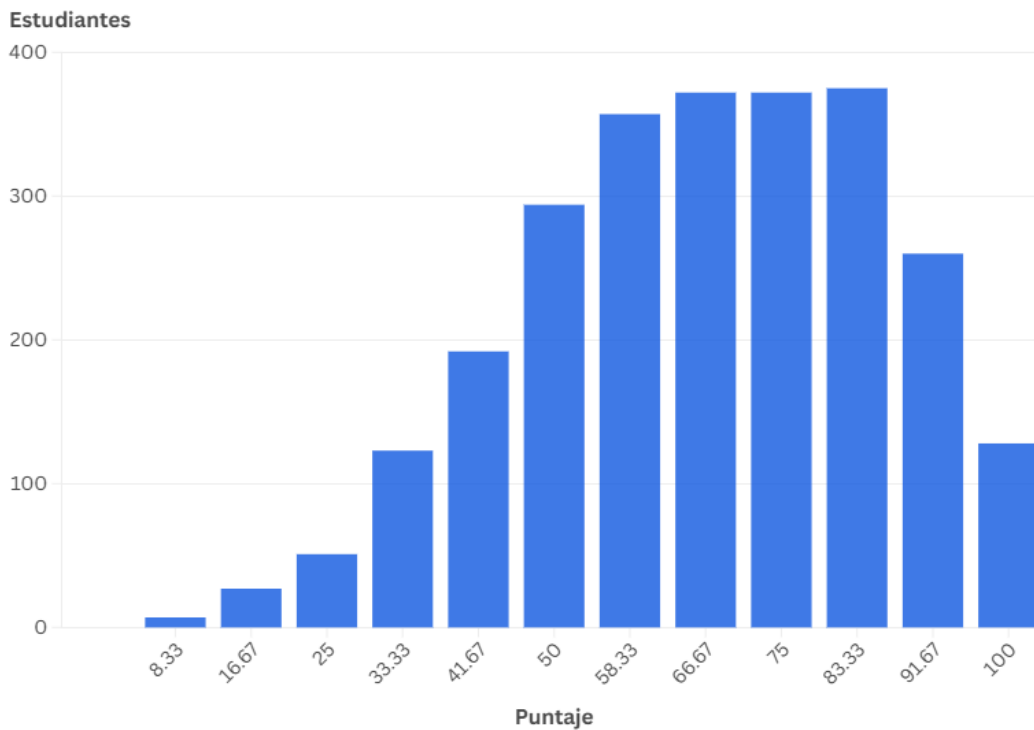


Figura 22: Distribución general de puntajes

Fuente: Elaboración propia

No obstante, el análisis de las medidas de dispersión y de la distribución de los puntajes evidencia una alta heterogeneidad en los niveles de desempeño. Mientras un grupo significativo de estudiantes alcanza puntajes elevados, existe también un subconjunto

relevante que obtiene resultados considerablemente bajos (puntaje de 50 o menos). Esta variabilidad sugiere la coexistencia de distintos perfiles de entrada a la asignatura de IWI-131, lo que resulta coherente con lo descrito por Dukar y Saritepeci que señalan que el desarrollo del pensamiento computacional puede verse influenciado por factores como la formación escolar previa, el contacto temprano a la programación y el desempeño en áreas como matemáticas y ciencias. [Durak18]

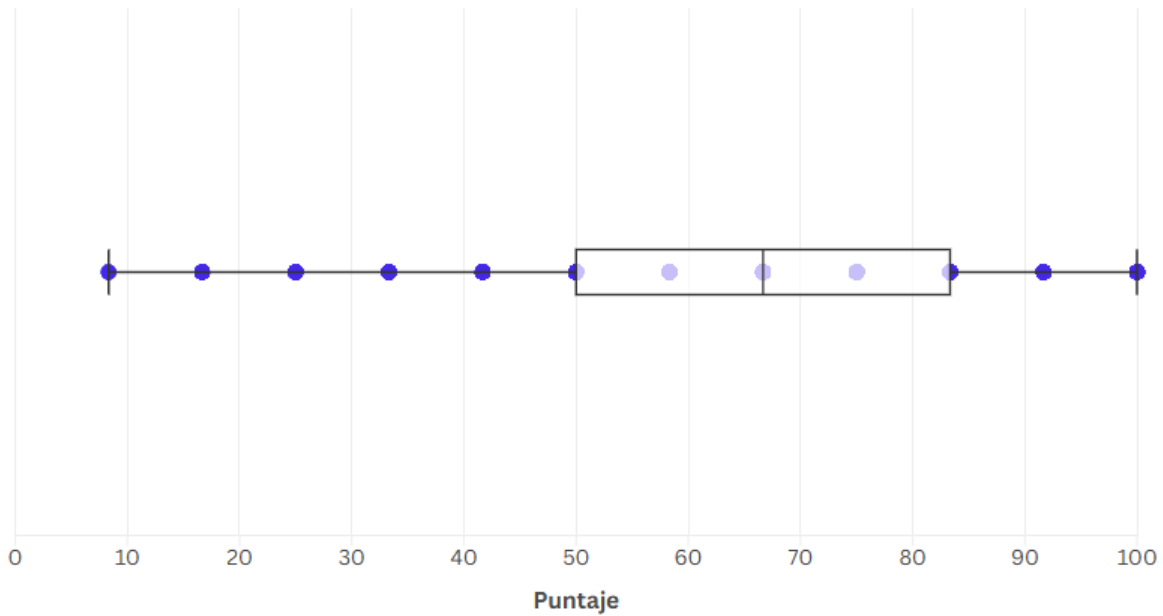


Figura 23: *Box plot* puntaje total
Fuente: Elaboración propia

Min	Max	Media	Moda	Mediana	Desviación estándar
8.33	100	66.45	83.3	66.67	19.55

Tabla 11: Medidas de dispersión puntaje total
Fuente: Elaboración propia

4.3.4.2 Análisis por habilidades de PC

Con el fin de identificar fortalezas y debilidades específicas en el nivel de entrada de los estudiantes, los resultados fueron analizados de manera diferenciada para cada una de las habilidades que componen el pensamiento computacional. Se considera un puntaje bajo si el estudiante logra 0 o 1 respuestas correctas por habilidad, por otra parte, si el estudiante logra un puntaje de 2 o 3 se considera un puntaje alto.

La Figura 24 presenta una comparación del puntaje promedio obtenido por los estudiantes en cada una de las habilidades evaluadas.

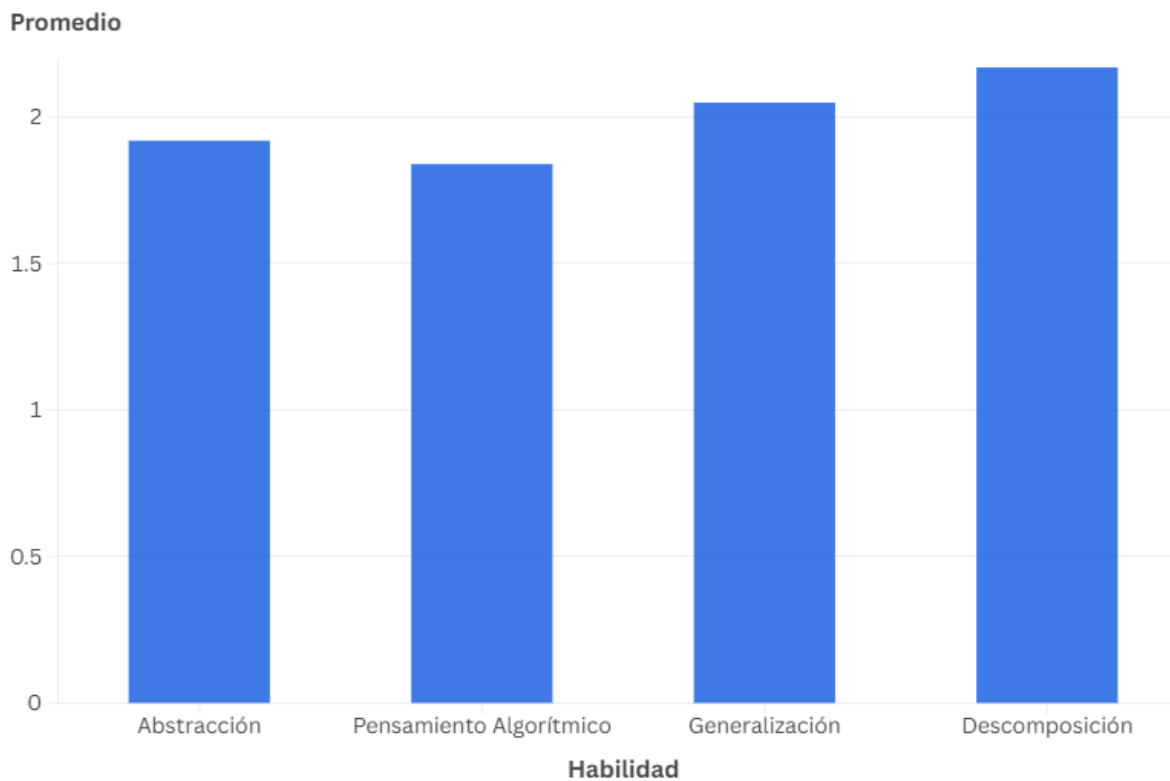


Figura 24: Puntajes promedio por habilidad
Fuente: Elaboración propia

A primera vista, los puntajes promedio por cada habilidad no son del todo bajos, considerando bajo como un puntaje promedio del 1.5 o menor. Sin embargo, tampoco reflejan un dominio general de cada habilidad. En las áreas de generalización y descomposición, se sugiere que los estudiantes tienen una buena base, previa a la asignatura, para resolver problemas asociados a estas áreas. Aunque para el caso de abstracción y pensamiento algorítmico, los estudiantes presentan más dificultades para la resolución de problemas donde estas habilidades se presentan.

Abstracción

Si bien, una proporción importante logra responder correctamente la mayoría de las preguntas asociadas a esta habilidad, se observa que 206 estudiantes obtuvieron un puntaje 0 en estas preguntas, una cifra preocupante.

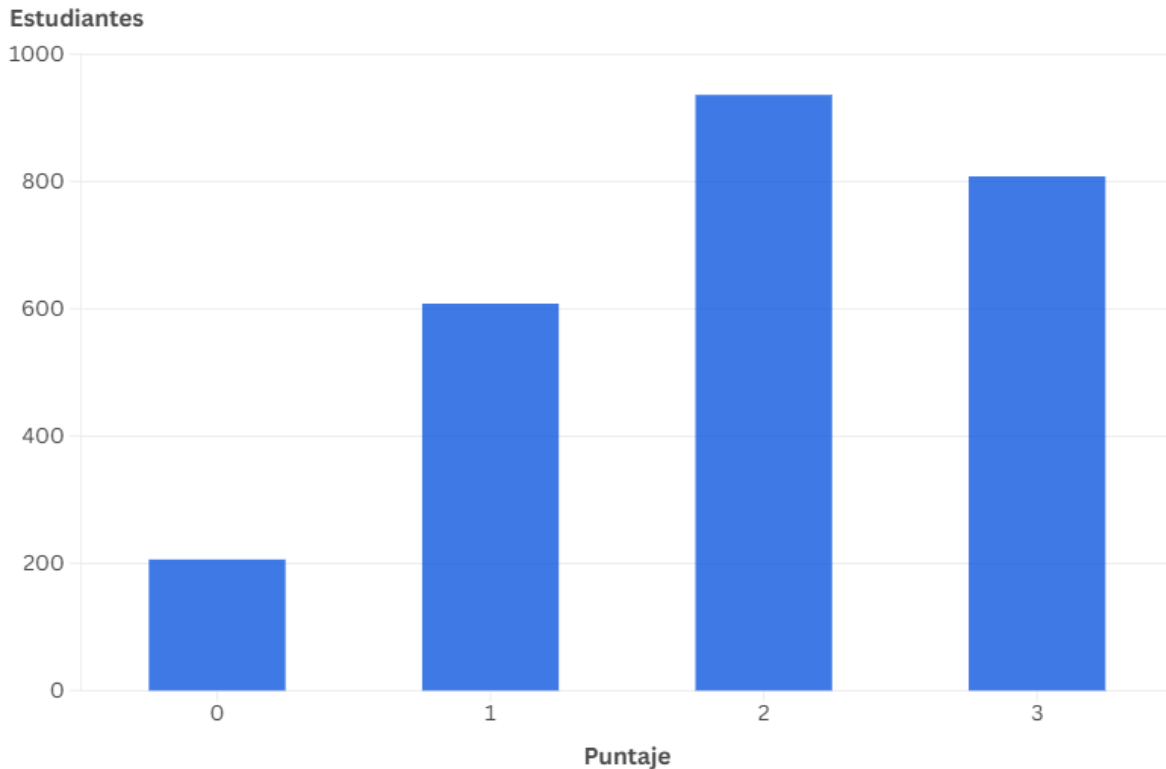


Figura 25: Distribución puntajes por estudiante – Abstracción
Fuente: Elaboración propia

Se puede decir que, para muchos estudiantes, la abstracción representa una dificultad inicial, especialmente en contextos donde es necesario interpretar representaciones simbólicas o modelos simplificados de un problema. Este resultado se alinea con lo propuesto por Lye y Koh, donde la abstracción la describen como una de las habilidades centrales del pensamiento computacional, cuya consolidación suele fortalecerse mediante actividades que requieren modelar problemas y trabajar con representaciones simplificadas, como las propuestas en contextos de programación [Lye14].

Pensamiento Algorítmico

Con una cantidad de 146 estudiantes con puntaje 0 y 783 estudiantes con puntaje 1, se puede concluir que esta área es una de las más deficientes.

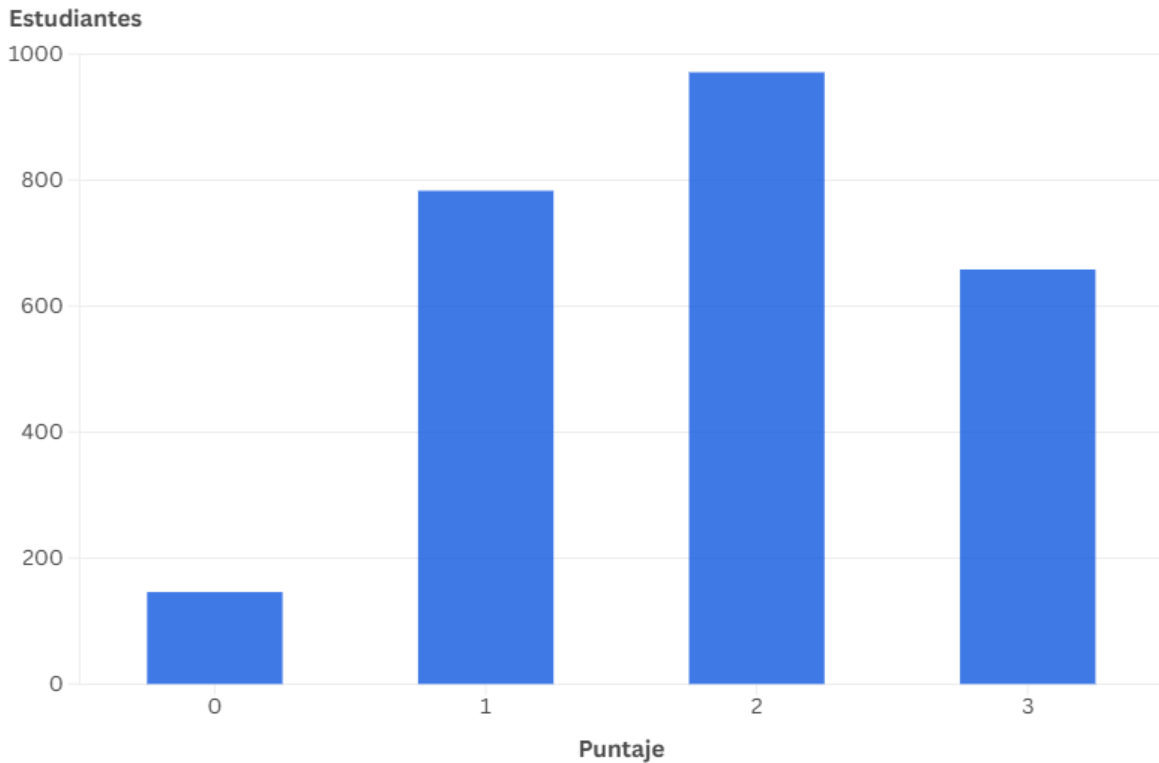


Figura 26: Distribución puntajes obtenidos – Pensamiento Algorítmico

Fuente: Elaboración propia

Este hallazgo resulta esperable considerando que muchos estudiantes ingresan a la universidad sin experiencia previa en programación. En el estado del arte se destaca que muchas de las herramientas de evaluación del pensamiento computacional ponen un énfasis particular en el pensamiento algorítmico, especialmente a través de la enseñanza de programación y el uso de lenguajes visuales como Scratch o Alice. En este contexto, el bajo desempeño resulta consistente con un escenario en el que los estudiantes aún no han recibido instrucción formal en programación.

Generalización

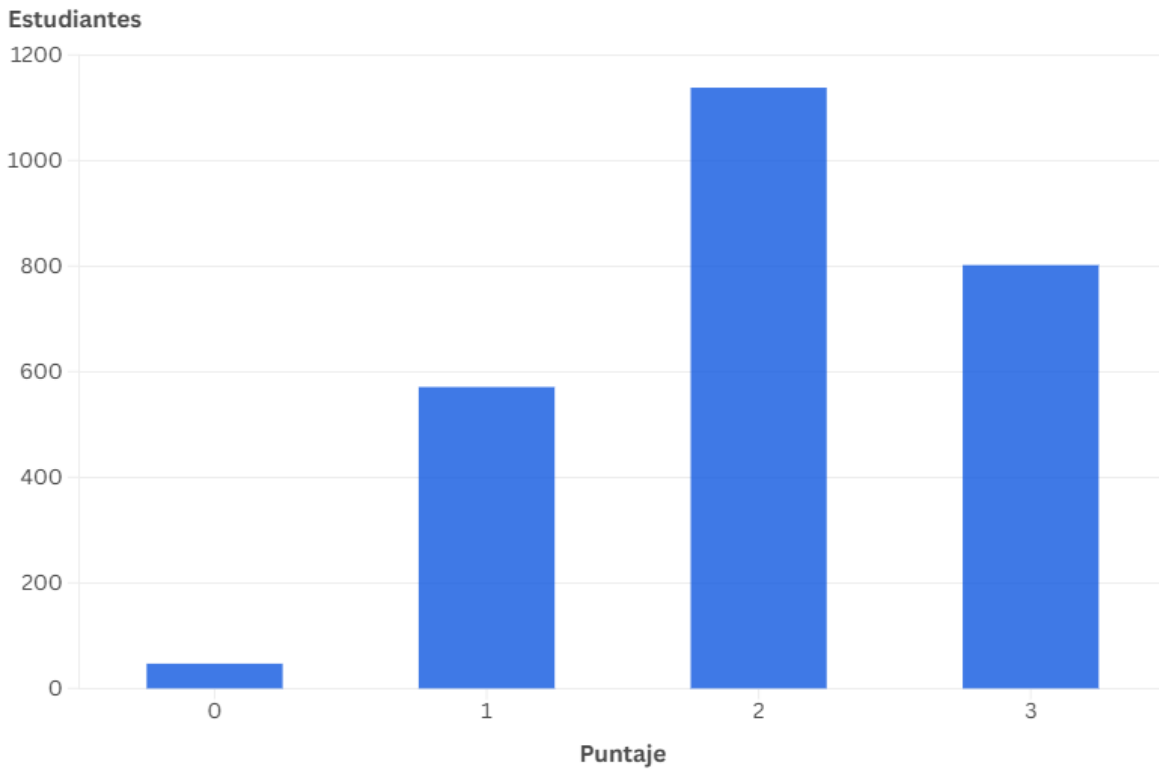


Figura 27: Distribución puntajes obtenidos – Generalización

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados muestran que 1138 estudiantes obtuvieron un puntaje de 2 en estas preguntas siendo este el grupo más destacable. Si bien, la diferencia de cantidad entre el puntaje 1 y 3 no es tan grande, se puede concluir que esta habilidad cuenta con un nivel intermedio entre los estudiantes.

Descomposición

La descomposición es la habilidad que presenta mejor desempeño promedio entre las evaluadas.

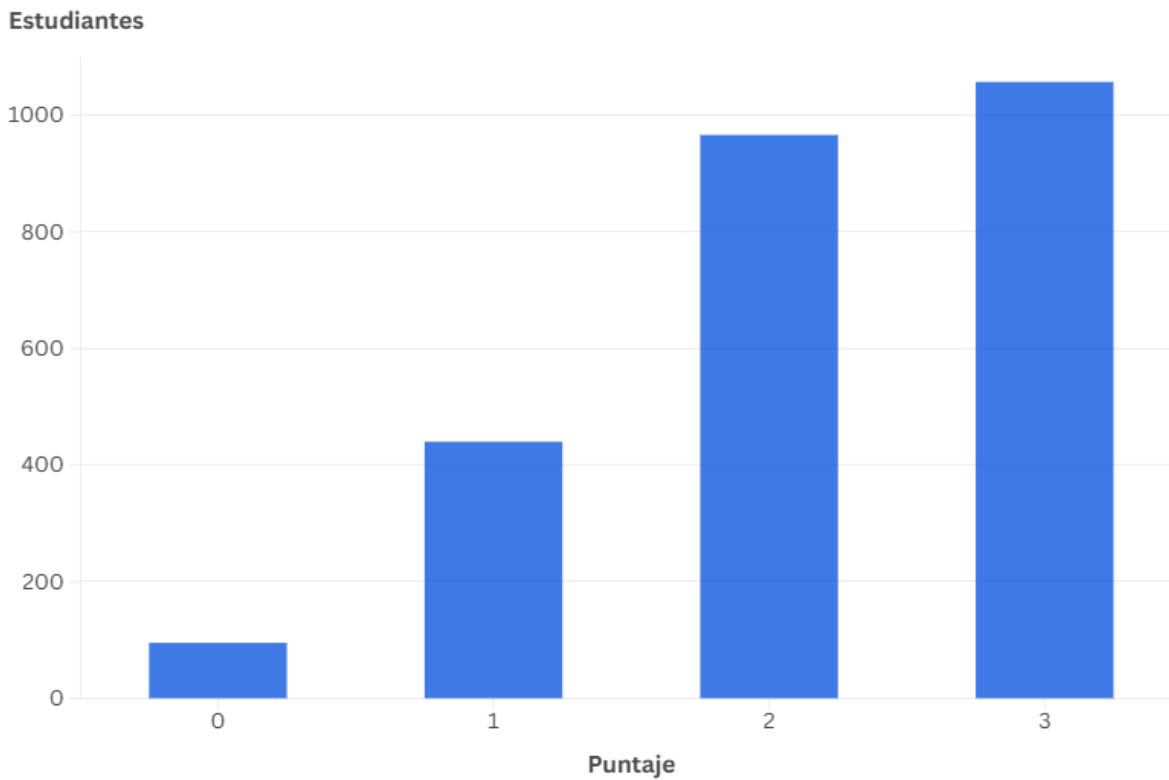


Figura 28: Distribución puntajes obtenidos – Descomposición

Fuente: Elaboración propia

En contraste a las demás habilidades, esta área es la que mejor nivel tiene en general por los estudiantes, con una cantidad de puntajes intermedio y alto (2 y 3 respectivamente) que sumados supera la mitad de la muestra.

4.3.4.3 Síntesis de resultados y discusión preliminar.

El análisis de los resultados correspondientes a la etapa inicial permite caracterizar el nivel de PC con el que los estudiantes ingresan a la asignatura IWI-131, estableciendo una línea base para la evaluación del impacto de dicha asignatura. En términos generales, los estudiantes presentan un nivel medio de desempeño, acompañado de una alta variabilidad individual, lo que evidencia la coexistencia de distintos perfiles de entrada.

El análisis por habilidades muestra un desarrollo desigual de las distintas dimensiones del PC. Habilidades como la descomposición y la generalización presentan desempeños relativamente más altos, mientras que la abstracción y, especialmente, el pensamiento algorítmico, muestran mayores niveles de dificultad. Esta distribución no homogénea de los resultados resulta coherente con los antecedentes del presentados en el estado del arte, donde se señala que ciertas habilidades del pensamiento computacional pueden desarrollarse de manera informal en etapas educativas previas, mientras que otras requieren instrucción sistemática y experiencias de aprendizaje estructuradas, como las asociadas a la programación.

Desde esta perspectiva, los resultados de la etapa inicial permiten identificar áreas específicas en las que la asignatura IWI-131 podría generar un impacto significativo. En particular, el bajo desempeño relativo en pensamiento algorítmico y abstracción refuerza la relevancia de evaluar si la instrucción recibida durante el curso contribuye al fortalecimiento de estas habilidades, las cuales son centrales en la formación en programación.

Asimismo, la alta dispersión observada en los puntajes iniciales plantea un desafío metodológico y pedagógico. Por un lado, sugiere que la asignatura debe abordar simultáneamente procesos de nivelación y profundización; por otro, refuerza la necesidad de contar con instrumentos de evaluación que permitan capturar cambios en el desempeño de estudiantes con distintos niveles de entrada. En este contexto, la utilización de un instrumento distinto para la evaluación final, diseñado a partir de ejercicios isomórficos del test original, se presenta como una estrategia adecuada para evaluar la evolución del PC.

En consecuencia, los resultados presentados en esta sección constituyen una referencia fundamental para el análisis comparativo posterior.

4.4 Etapa de evaluación final

Los resultados presentados en las secciones anteriores permiten caracterizar el nivel de entrada de las habilidades de PC de los estudiantes que ingresan a la asignatura IWI-131, estableciendo una línea base a partir de una muestra amplia y heterogénea. Este diagnóstico inicial constituye el punto de referencia para evaluar si la asignatura logra generar cambios en el desarrollo de dichas habilidades a lo largo del semestre.

Tal como se describió en la metodología, para abordar esta evaluación se diseñó un nuevo instrumento de medición, construido a partir de ejercicios isomórficos del test aplicado al inicio del curso. Para su construcción, se tomaron las preguntas del test diagnóstico inicial y se modificaron manteniendo la equivalencia estructural y cognitiva en la evaluación de cada habilidad del PC. Con este fin, el contexto de los problemas fue cambiado, las figuras fueron reemplazadas por otras equivalentes y los grafos fueron modificados, todo ello sin alterar los procesos de razonamiento ni las habilidades que cada ítem busca evaluar. La utilización de un instrumento distinto busca evitar sesgos asociados a la repetición de preguntas o a la memorización de respuestas previas. Las preguntas utilizadas en este instrumento se encuentran disponibles en el **Anexo C**.

La aplicación de este nuevo test se realizó durante el mes de diciembre de 2025, una vez finalizado el proceso formativo de la asignatura IWI-131, de forma online mediante la plataforma Google Forms. La participación fue voluntaria y no tuvo incidencia en las evaluaciones formales del curso. Los estudiantes no contaron con un límite de tiempo para responder, aunque el instrumento fue diseñado para poder completarse en aproximadamente 20 minutos, con un tiempo estimado de entre 1 y 2 minutos por pregunta.

Con el objetivo de realizar una comparación detallada entre los resultados obtenidos en la etapa inicial y final, el instrumento incluyó la solicitud del RUT de los estudiantes, de manera consistente con el test aplicado al inicio del año académico. Este identificador permitió vincular los resultados de ambas evaluaciones a nivel individual, posibilitando un análisis comparativo longitudinal del desarrollo de las habilidades de pensamiento computacional.

En total, se obtuvieron 44 respuestas válidas correspondientes a estudiantes que habían rendido previamente el test diagnóstico inicial. Si bien este tamaño muestral es considerablemente menor al de la etapa inicial, permite realizar un análisis exploratorio orientado a identificar tendencias y posibles cambios en el desempeño de los estudiantes tras cursar la asignatura IWI-131. En este contexto, los resultados deben ser interpretados con cautela, considerando las limitaciones asociadas al tamaño de la muestra, pero valorando la posibilidad de analizar la evolución individual de los participantes.

Estas consideraciones establecen el marco para el análisis que se desarrollará en el siguiente capítulo, donde se abordará la validación de la solución propuesta mediante la comparación de los resultados obtenidos en las etapas inicial y final de evaluación del PC.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

5.1 Contexto y enfoque

La validación de la solución propuesta en esta memoria se aborda desde un enfoque analítico y comparativo, orientado a examinar si los resultados obtenidos permiten evidenciar cambios en el desarrollo de las habilidades de PC de los estudiantes tras cursar la asignatura IWI-131.

El análisis desarrollado en este capítulo se centra principalmente en la comparación pre-post de los resultados, considerando tanto el desempeño global como el comportamiento de cada una de las habilidades evaluadas. Esta comparación se sustenta en el uso de ítems isomórficos, los cuales permiten establecer equivalencias entre ambos instrumentos y constituyen la base principal para el análisis longitudinal del desarrollo del PC.

De manera complementaria, se incorporan al análisis los resultados de un conjunto de ítems directos presentes únicamente en la evaluación final. Estos ítems no forman parte de la comparación con la etapa inicial, sino que aportan una perspectiva adicional sobre el desempeño de los estudiantes cuando las habilidades son evaluadas de forma explícita. Su inclusión permite enriquecer la interpretación de los resultados y contrastar los hallazgos obtenidos mediante los ítems isomórficos.

Dado el carácter exploratorio del estudio, el análisis prioriza una interpretación descriptiva de los datos, enfocada en identificar tendencias, variaciones y patrones de cambio en el desempeño de los estudiantes. En consecuencia, los resultados presentados en este capítulo deben ser leídos considerando los alcances y limitaciones propias del diseño metodológico, sin extrapolar conclusiones más allá del contexto específico de la asignatura IWI-131.

A partir de este enfoque, en las secciones siguientes se presenta la descripción del instrumento de evaluación final y el análisis de los resultados obtenidos, con el fin de evaluar la validez de la solución propuesta para el estudio del desarrollo del PC en este contexto formativo.

5.2 Test final

El instrumento de evaluación final utilizado en este estudio fue diseñado con el propósito de medir el desarrollo de las habilidades de PC de los estudiantes tras cursar la asignatura IWI-131. Su construcción se basó en el instrumento aplicado en la etapa inicial, incorporando modificaciones orientadas a permitir una comparación válida entre ambos momentos de evaluación y, al mismo tiempo, ampliar el alcance del análisis.

5.2.1 Estructura general

Este nuevo test está compuesto por un total de 16 preguntas, organizadas en torno a las cuatro habilidades del PC consideradas en este estudio: abstracción, descomposición, generalización y pensamiento algorítmico. De estas preguntas, 12 corresponden a ítems isomórficos respecto del test aplicado en la etapa inicial, mientras que los 4 restantes fueron diseñados específicamente para esta evaluación final.

Cada habilidad es evaluada mediante un conjunto equilibrado de preguntas, permitiendo analizar tanto el desempeño global de los estudiantes como su comportamiento en cada una de las dimensiones del PC. Esta estructura busca asegurar una cobertura adecuada de las habilidades evaluadas y facilitar el análisis comparativo posterior.

5.2.2 Ítems isomórficos

Los ítems isomórficos fueron diseñados a partir de las preguntas utilizadas en el test inicial, manteniendo la equivalencia en términos de estructura, nivel de dificultad y habilidades cognitivas involucradas. Si bien los enunciados y contextos de las preguntas fueron modificados, estos ítems conservan la lógica de resolución y los procesos de pensamiento requeridos en la evaluación inicial.

La utilización de ítems isomórficos constituye el eje central del análisis comparativo pre-post desarrollado en este estudio, ya que permite evaluar el desempeño de los estudiantes en las mismas habilidades bajo condiciones equivalentes, reduciendo posibles sesgos asociados al reconocimiento o memorización de preguntas previamente respondidas.

5.2.3 Ítems directos de evaluación

Adicionalmente, se incorpora en este nuevo test cuatro ítems diseñados específicamente para evaluar de manera directa cada una de las habilidades del pensamiento computacional consideradas en este estudio, uno por habilidad. A diferencia de los ítems isomórficos, estas preguntas presentan de forma explícita el tipo de habilidad que se busca evaluar, con el objetivo de analizar el desempeño de los estudiantes en un contexto más directo y menos contextualizado.

La inclusión de estos ítems directos tiene un carácter complementario y exploratorio, y no forma parte de la comparación con los resultados obtenidos en la etapa inicial. Su propósito es aportar información adicional que permita contrastar los resultados observados en los ítems isomórficos y enriquecer la interpretación del desarrollo de las habilidades de PC tras cursar la asignatura IWI-131.

5.3 Caracterización de la muestra

La muestra analizada en este capítulo está compuesta por estudiantes que participaron tanto en la evaluación diagnóstica inicial como en la evaluación final aplicada al término de la asignatura IWI-131. Esta condición permitió realizar un análisis comparativo del desempeño a nivel individual.

En total, se consideraron 44 estudiantes con respuestas válidas en ambas instancias de evaluación. La conformación de esta muestra responde al carácter voluntario de la aplicación del instrumento de evaluación final y corresponde a un subconjunto de los participantes de la etapa inicial.

Las consideraciones éticas y metodológicas asociadas a la participación voluntaria de los estudiantes, así como a la confidencialidad de los datos recopilados, se mantuvieron de acuerdo con lo descrito en el capítulo de metodología.

Desde el punto de vista del análisis, el tamaño de la muestra permite abordar el estudio desde una perspectiva exploratoria y descriptiva, orientada a identificar tendencias y posibles cambios en el desarrollo de las habilidades de pensamiento computacional tras cursar la asignatura IWI-131. En este contexto, si bien los resultados obtenidos no buscan ser generalizados más allá del grupo analizado, sí permiten aportar evidencia relevante para la validación de la solución propuesta.

5.4 Resultados test final

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a partir del nuevo instrumento de evaluación aplicado al término de la asignatura IWI-131. El análisis se estructura de manera progresiva, comenzando con una visión general del desempeño de los estudiantes y continuando con un análisis desagregado por habilidad, considerando tanto los ítems isomórficos como los ítems directos de evaluación.

En esta sección, y en base a cómo puntúa la UTFSM sus evaluaciones, se considerará notas buenas o altas a notas mayor o igual a 58.33 (Su equivalente a nota mayor o igual a 55) Para el caso de los ítems que evalúan cada dimensión del PC por separado, un puntaje alto será considerado si obtuvo 2 o 3 respuestas correctas, si no es el caso, cae a categoría de nota baja.

5.4.1 Resultados generales

Los resultados generales del test final permiten obtener una primera aproximación al desempeño global de los estudiantes tras cursar la asignatura IWI-131. Para ello, se analizó el puntaje total obtenido por cada estudiante, considerando la totalidad de los ítems incluidos en el instrumento.

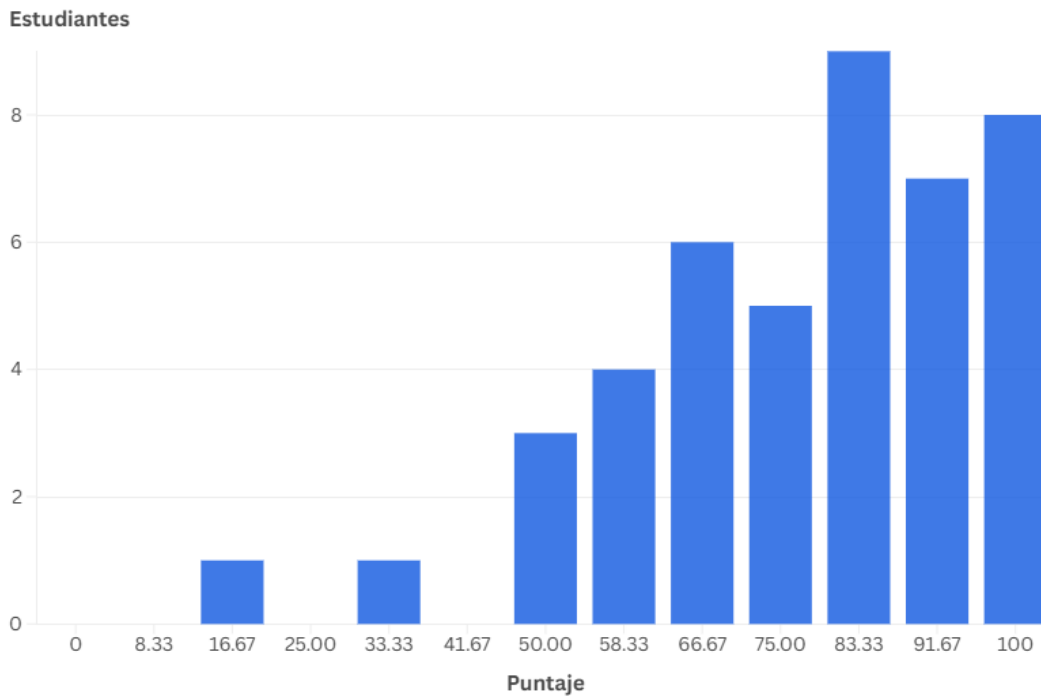


Figura 29: Resultados generales – Test final

Fuente: Elaboración propia

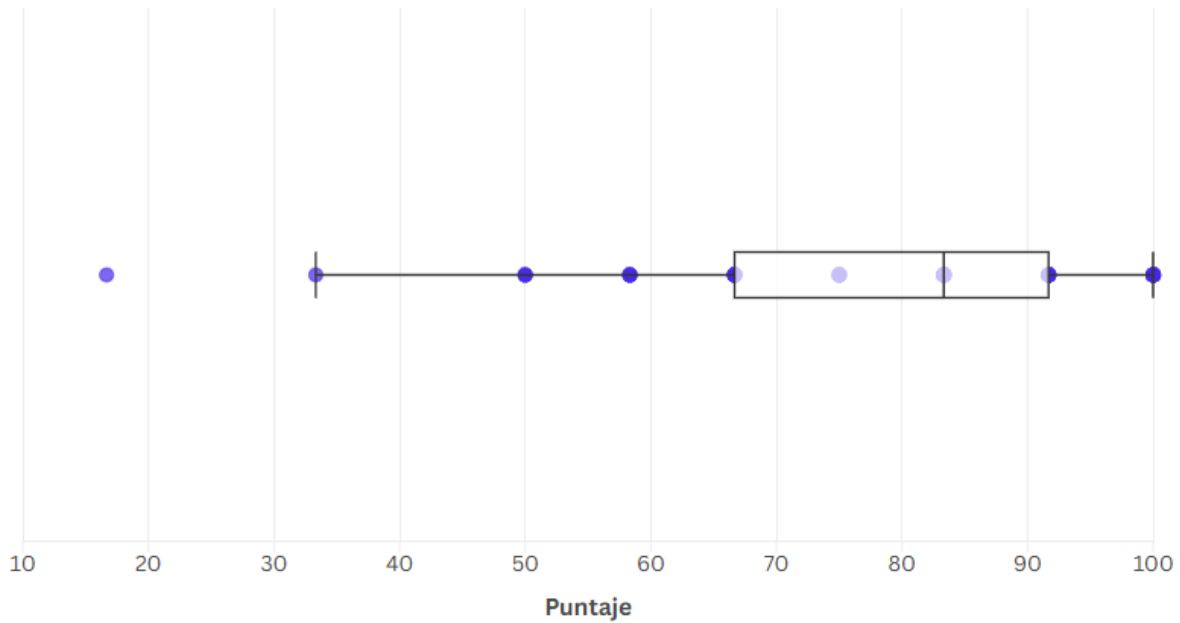


Figura 30: Box plot – Test final

Fuente: Elaboración propia

Min	Max	Media	Moda	Mediana	Desviación estándar
33.33	100	77.27	83.33	83.33	19.22

Tabla 12: Medidas de dispersión - test final

Fuente: Elaboración propia

Una parte significativa del grupo alcanza valores iguales o superiores al 75 % del puntaje máximo, observándose además varios casos cercanos al nivel máximo posible. No obstante, los datos evidencian la existencia de diferencias individuales, reflejadas en la presencia de puntajes intermedios y bajos existiendo una dispersión moderada de los resultados.

En la **Figura 30** se observa la presencia de un valor atípico en la distribución, que indica la existencia de al menos un caso cuyo desempeño difiere de manera significativa respecto del resto. Esto refuerza la idea de que el proceso formativo no impacta de manera uniforme en todos los estudiantes.

5.4.2 Resultados por habilidad

Abstracción

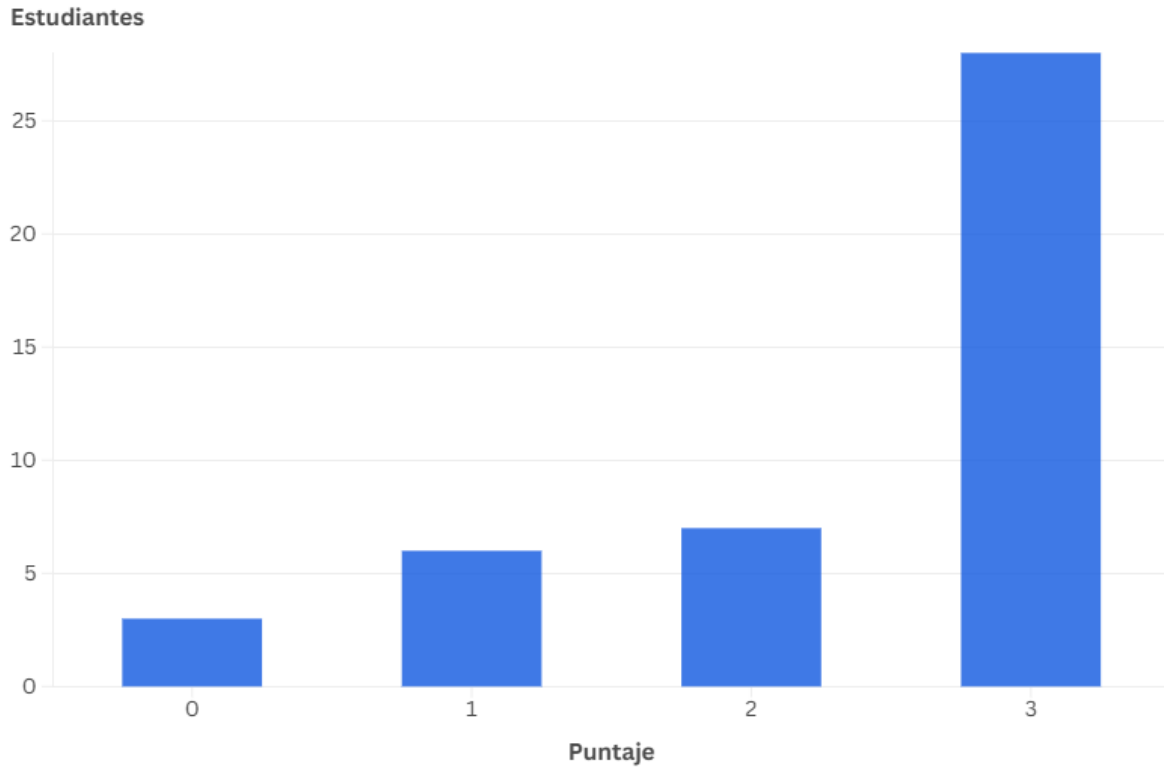


Figura 31: Resultados abstracción – Test final

Fuente: Elaboración propia

En la habilidad de abstracción, el puntaje máximo es alcanzado por una proporción considerable de estudiantes, acompañado de una cantidad moderada de estudiantes que obtuvieron puntaje 2. Si bien existe una cantidad de puntajes 1 o 0, considerados bajos, la tendencia general apunta que existe un dominio de esta habilidad en los estudiantes.

Pensamiento Algorítmico

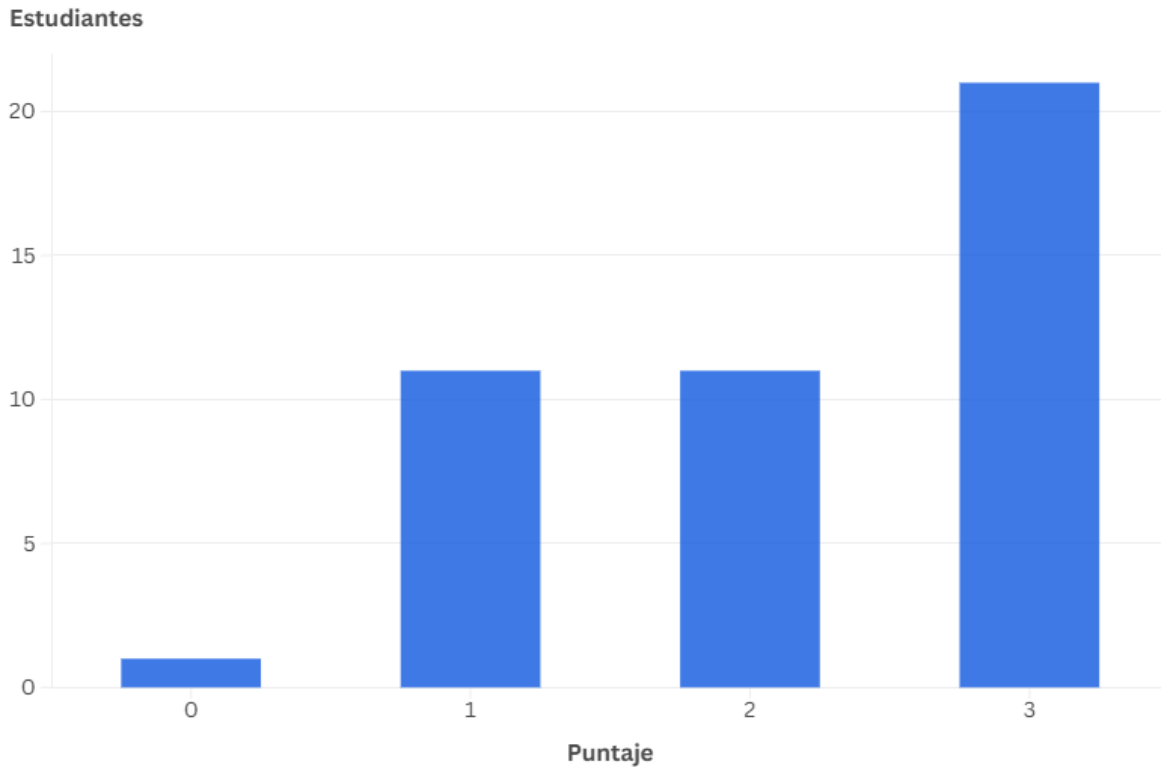


Figura 32: Resultados pensamiento algorítmico – Test final

Fuente: Elaboración propia

La habilidad de pensamiento algorítmico presenta una distribución más dispersa en comparación a la vista en abstracción, observando un número importante de estudiantes que obtuvieron puntajes 2 y 1 en la escala.

Generalización

Estudiantes

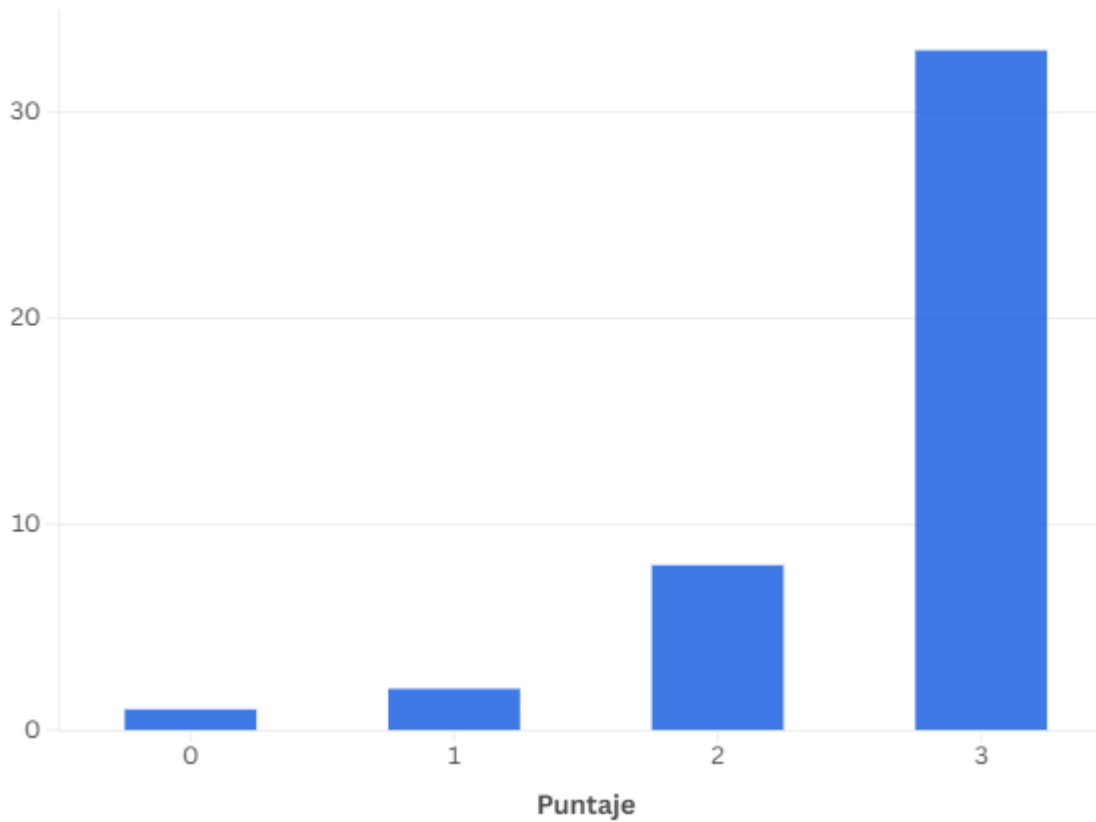


Figura 33: Resultados generalización – Test final

Fuente: Elaboración propia

En la habilidad de generalización se observa una distribución marcadamente concentrada en el puntaje máximo, más de la mitad de los estudiantes lograron este puntaje.

Descomposición

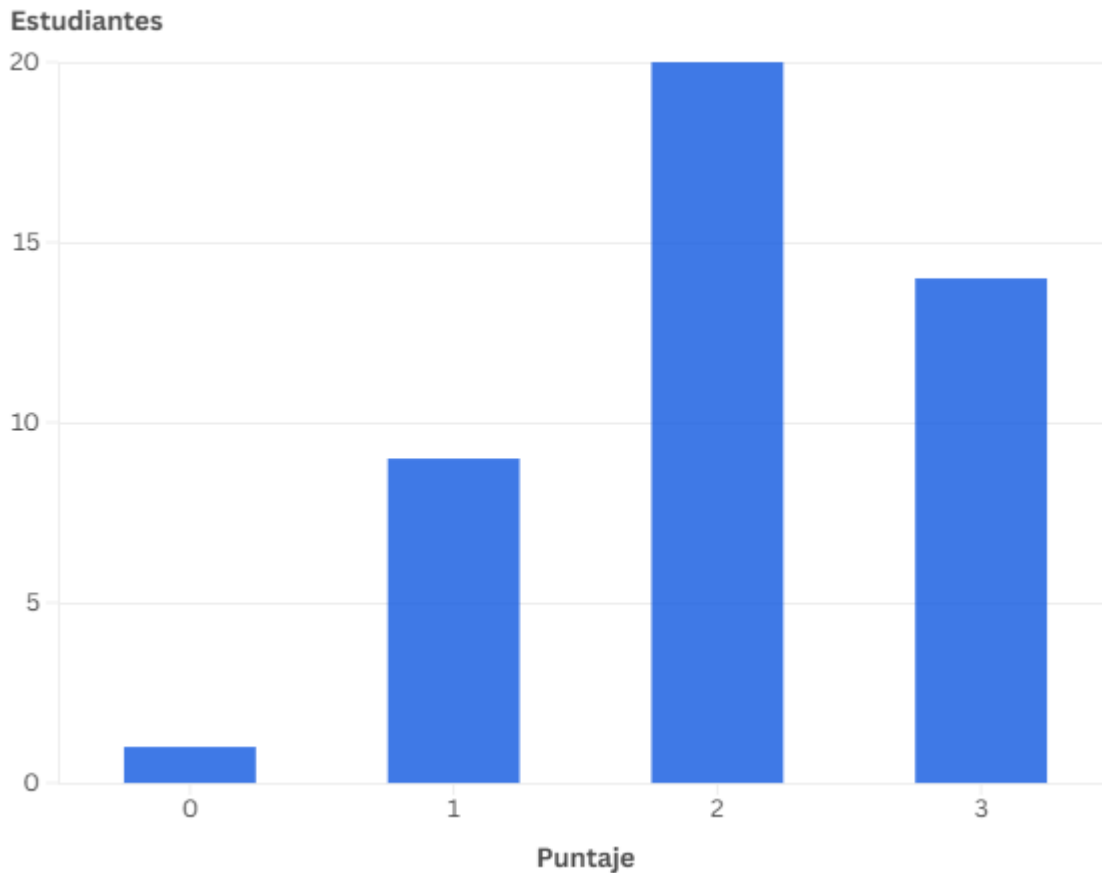


Figura 34: Resultados descomposición - Test final
Fuente: Elaboración propia

Los resultados correspondientes a la habilidad de descomposición, en comparación a las otras dimensiones, muestran una distribución más equilibrada. Si bien una cantidad relevante de estudiantes alcanza el puntaje máximo, casi la mitad de los estudiantes lograron un puntaje intermedio de 2.

5.4.3 Resultados ítems directos

En este nuevo instrumento de evaluación se incluyó preguntas directas por cada habilidad del PC, diseñada para evaluar de manera explícita el logro de cada dimensión. Al ser 1 pregunta por habilidad, su correcta resolución se traduce a un dominio de la dimensión evaluada.

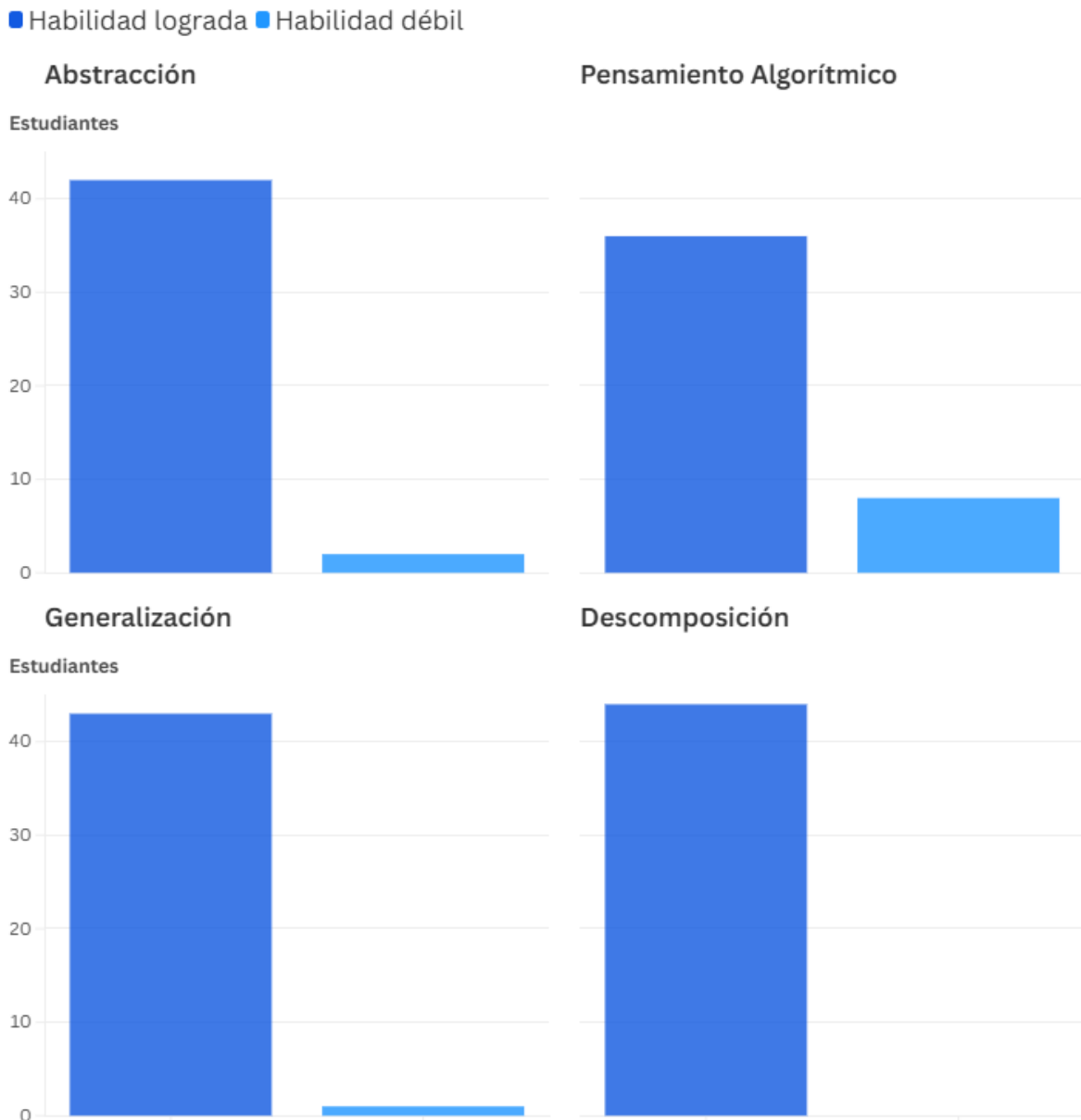


Figura 35: Resultados preguntas directas – Test final
Fuente: Elaboración propia

Habilidad	Correctas	Correctas (%)	Incorrectas (n)	Incorrectas (%)
Abstracción	42	0.95	2	0.05
Pensamiento Algorítmico	36	0.82	8	0.18
Generalización	43	0.98	1	0.02
Descomposición	44	1	0	0

Tabla 13: Análisis preguntas directas – Test final

Fuente: Elaboración propia

Los resultados evidencian un alto nivel de logro en todas las habilidades evaluadas utilizando este enfoque más directo. En las habilidades de abstracción, generalización y descomposición se observa un dominio casi perfecto por parte de los estudiantes, sugiriendo que al estar frente a una situación explícita y acotada ellos logran identificar adecuadamente las acciones o razonamientos asociados a estas habilidades.

Por su parte, el pensamiento algorítmico si bien cuenta con un nivel general alto de logro (82%), aún sigue siendo un desafío para los estudiantes. Este resultado sugiere que, frente a una situación donde se presenta la explicitación de pasos secuenciales y estructurados, persisten dificultades en el diseño de soluciones claras, incluso cuando la habilidad es evaluada de manera más directa.

En conjunto, los resultados obtenidos a partir de estas nuevas preguntas realizadas en el test complementan el análisis realizado mediante los ítems isomórficos, aportando una perspectiva adicional sobre el desempeño de los estudiantes.

Los resultados descritos hasta este punto establecen una base para el análisis comparativo que se presenta a continuación, donde se examina la evolución del desempeño de los estudiantes a partir de la comparación entre las mediciones pre y post IWI-131

5.5 Comparación pre – post IWI-131

En esta sección se presenta un análisis comparativo entre los resultados obtenidos antes y después de cursar la asignatura IWI-131, considerando exclusivamente a los estudiantes que rindieron ambas mediciones, siendo el tamaño de la muestra analizada de 44.

El análisis se centra en contrastar los puntajes totales y los resultados desagregados por habilidad del PC, con el objetivo de examinar si se observan cambios en el desempeño de los estudiantes tras su paso por la asignatura. Esta comparación busca identificar tendencias generales de mejora, así como posibles variaciones en el desarrollo de cada habilidad evaluada.

Los resultados presentados en esta sección permiten evaluar en qué medida la experiencia formativa asociada a la asignatura IWI-131 se relaciona con cambios en los niveles de logro observados en las habilidades de PC.

5.5.1 Comparación global

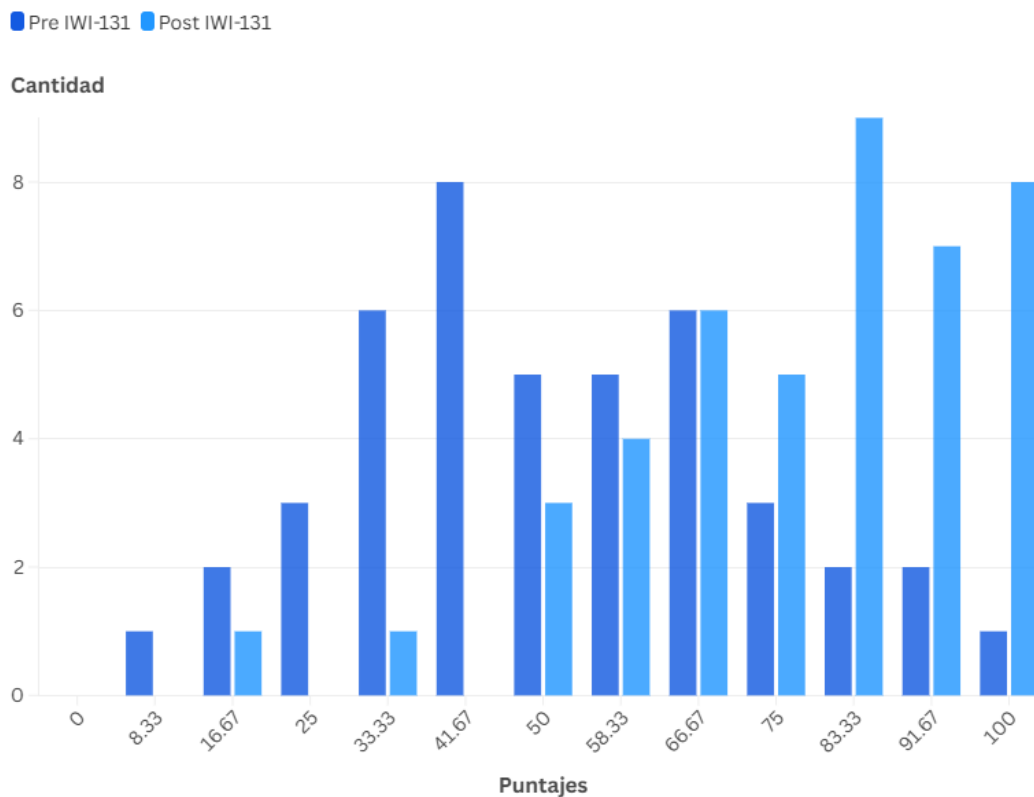


Figura 36: Notas pre – post IWI-131

Fuente: Elaboración propia

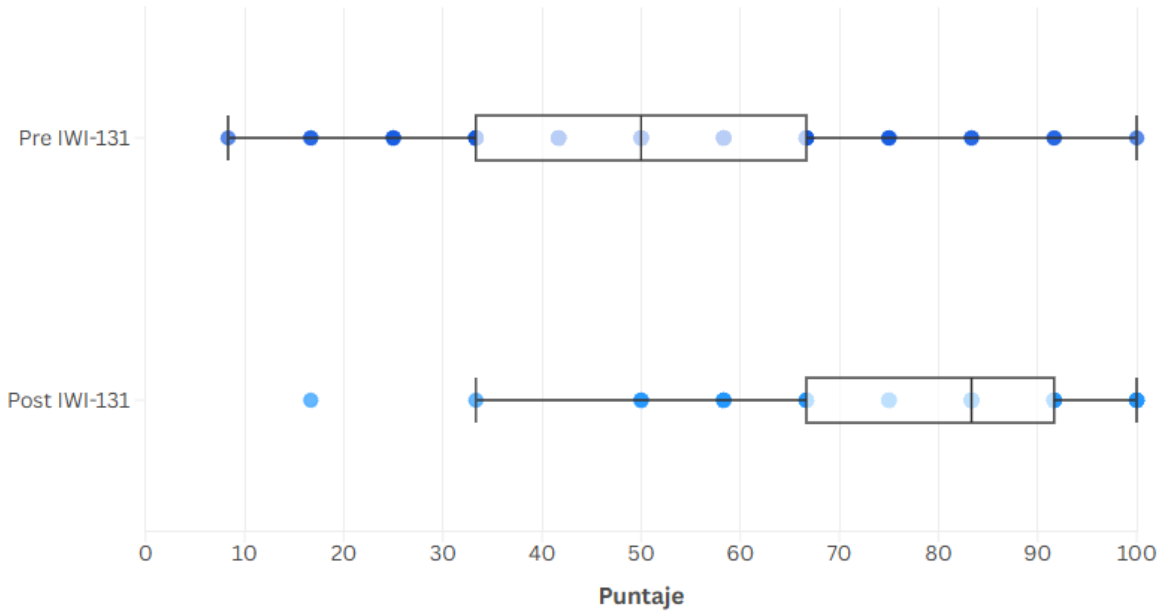


Figura 37: Box plot pre-post IWI-131
Fuente: Elaboración propia

Test IWI-131	Min	Max	Media	Moda	Mediana	Desviación estándar
Inicial	8.33	100	51.52	41.67	50.00	21.59
Final	33.33	100	77.27	83.33	83.33	19.22

Tabla 14: Medidas de dispersión pre-post IWI-131
Fuente: Elaboración propia

El análisis comparativo de los puntajes totales obtenidos antes y después de cursar la asignatura IWI-131 permite examinar la evolución general del desempeño de los estudiantes. Previo a la asignatura, los estudiantes presentan un rendimiento intermedio, con un promedio de 51.52 puntos. Considerando que no todos los estudiantes en esta etapa han desarrollado las habilidades de PC necesarias para resolver las preguntas presentadas en el test, este nivel de desempeño resulta coherente con el contexto de ingreso al curso.

Sin embargo, tras cursar la asignatura los resultados obtenidos evidencian una mejora en el desempeño de los estudiantes. El puntaje promedio asciende a 77.27 puntos, observándose además una concentración significativa de estudiantes en los rangos altos de la escala,

incluyendo casos que alcanzan el puntaje máximo posible. Esta diferencia se aprecia claramente en la **Figura 37**, donde la distribución de los puntajes posterior a la asignatura se desplaza hacia valores más elevados en comparación con su estado previo.

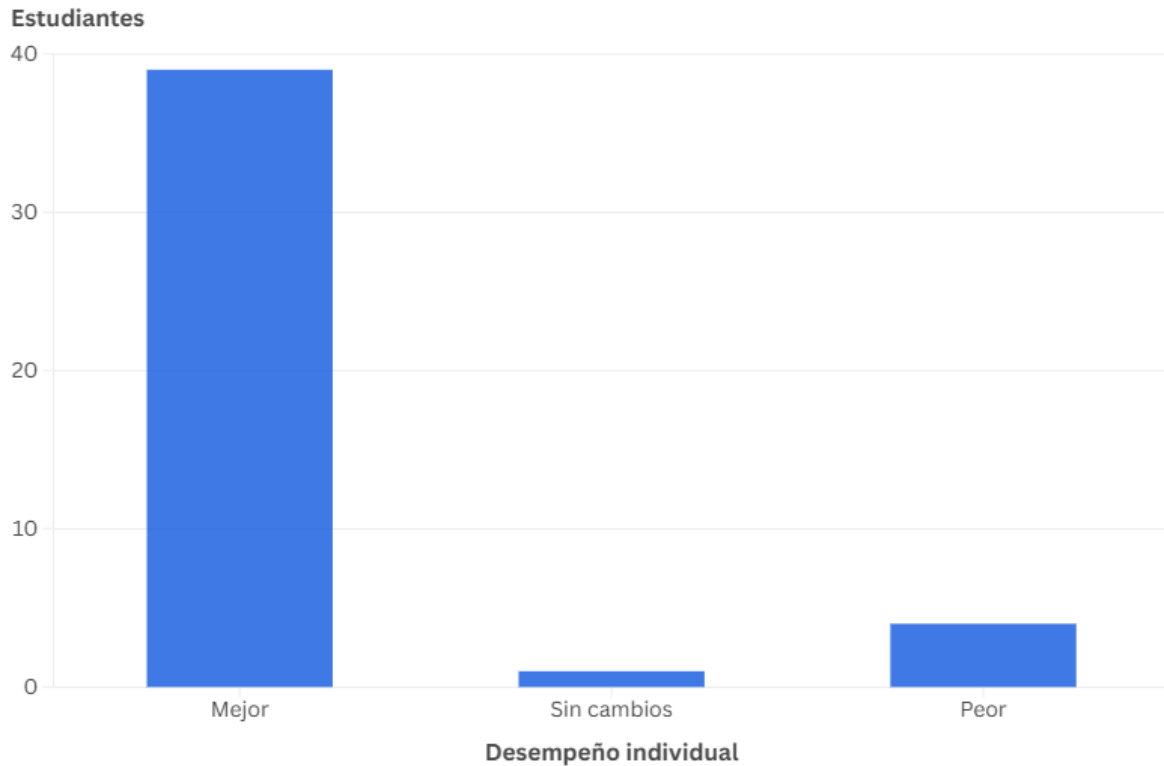


Figura 38: Análisis notas post IWI-131

Fuente: Elaboración propia

Si bien se observa una mejora general en los resultados, se evidencia la existencia de casos en los que el desempeño de los estudiantes post IWI—131 es inferior al registrado antes de cursar la asignatura.

En particular, 39 estudiantes obtuvieron un puntaje superior al alcanzado en la medición pre IWI-131, mientras que 4 presentaron un rendimiento más bajo y un caso mantuvo el mismo puntaje en ambas instancias. Estos resultados indican que, aunque se observa una mejora en el desarrollo de las habilidades de PC, persisten casos en los que los estudiantes continúan presentando dificultades en la resolución de problemas que requieren el uso de estas habilidades, aun después de haber finalizado el curso.

5.5.2 Comparación por habilidad

Abstracción

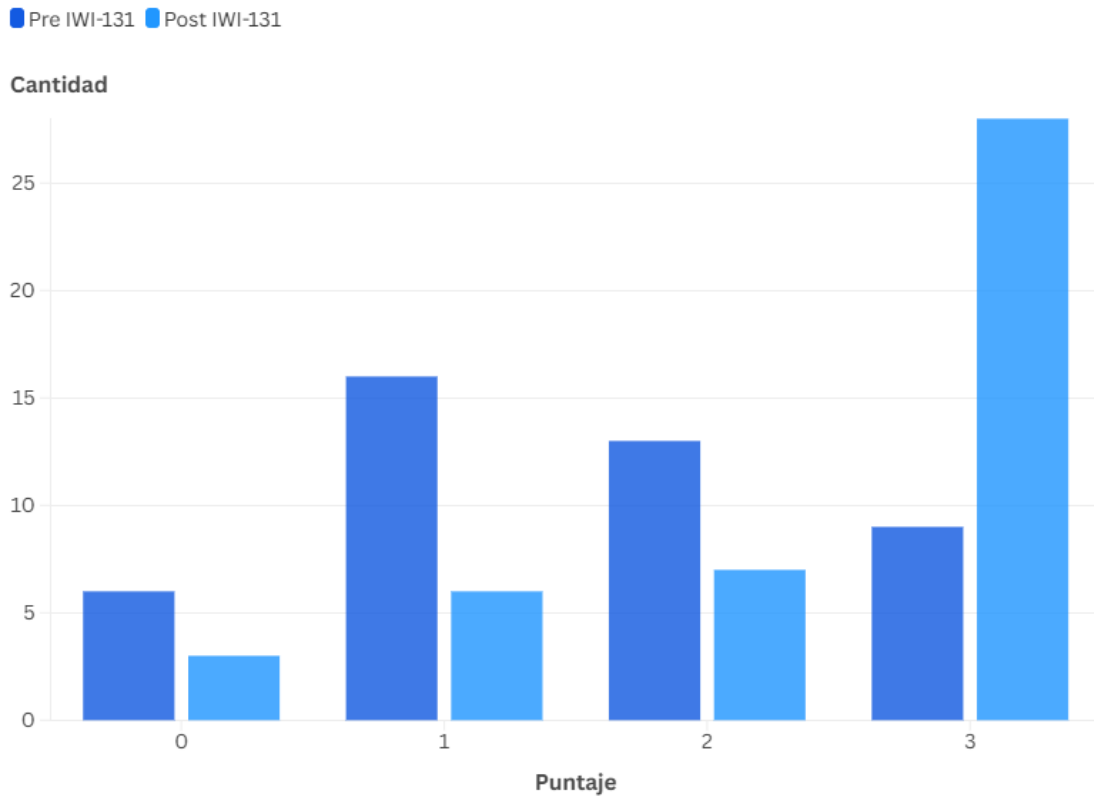


Figura 39: Puntajes abstracción pre-post IWI-131

Fuente: Elaboración propia

Previo a cursar la asignatura IWI-131, los resultados obtenidos mostraban un nivel intermedio-bajo en esta habilidad. Comparando ahora con los resultados obtenidos en el test final se puede observar un claro aumento de los puntajes máximos.

De los 44 estudiantes, 28 obtuvieron el puntaje máximo constituyendo más de la mitad del tamaño de la muestra. Esto muestra el claro impacto positivo que tuvo la asignatura IWI-131 en los estudiantes.

Pensamiento Algorítmico

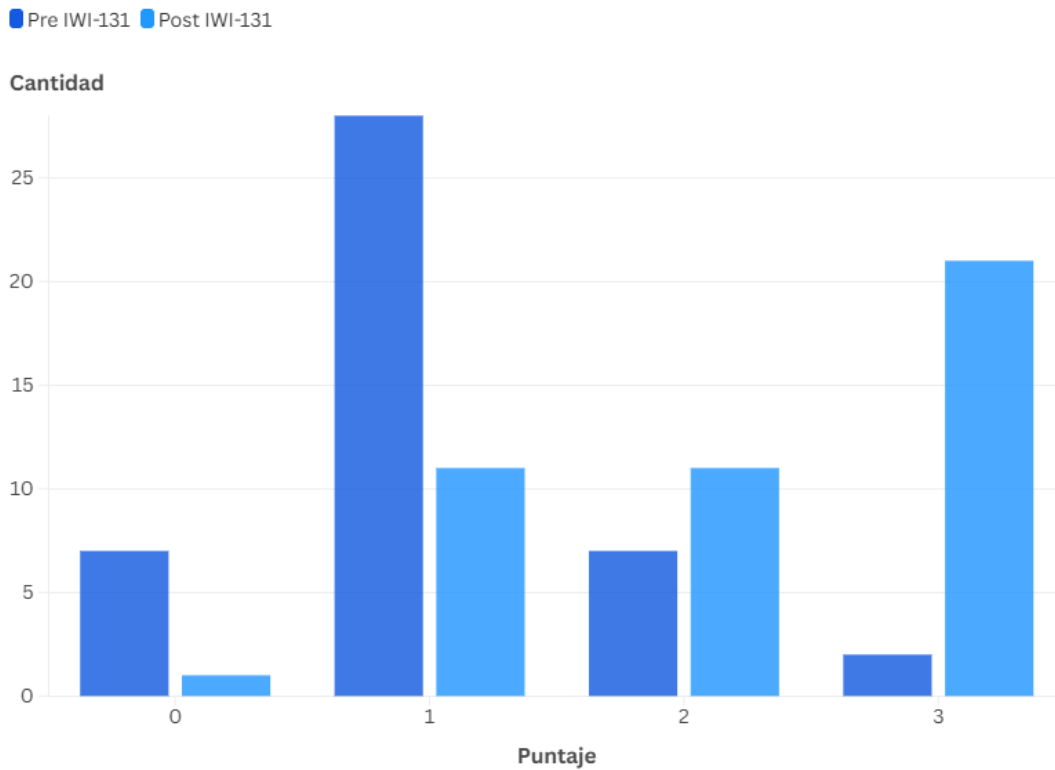


Figura 40: Puntajes pensamiento algorítmico pre–post IWI-131

Fuente: Elaboración propia

Esta habilidad en el estado inicial fue la más débil en lo que nivel corresponde en los estudiantes, la cantidad de puntajes bajos era preocupante, pero a la vez esperado para el previo inicio de la asignatura.

Tras cursar IWI-131, los resultados obtenidos en este nuevo test muestran un aumento significativo de puntajes altos, de en un inicio solo contar con 1 puntaje máximo obtenido, ahora se cuenta con 21 puntajes máximos, un aumento considerable teniendo en cuenta que esta fue la habilidad más complicada en general para los estudiantes.

Generalización

■ Pre IWI-131 ■ Post IWI-131

Cantidad

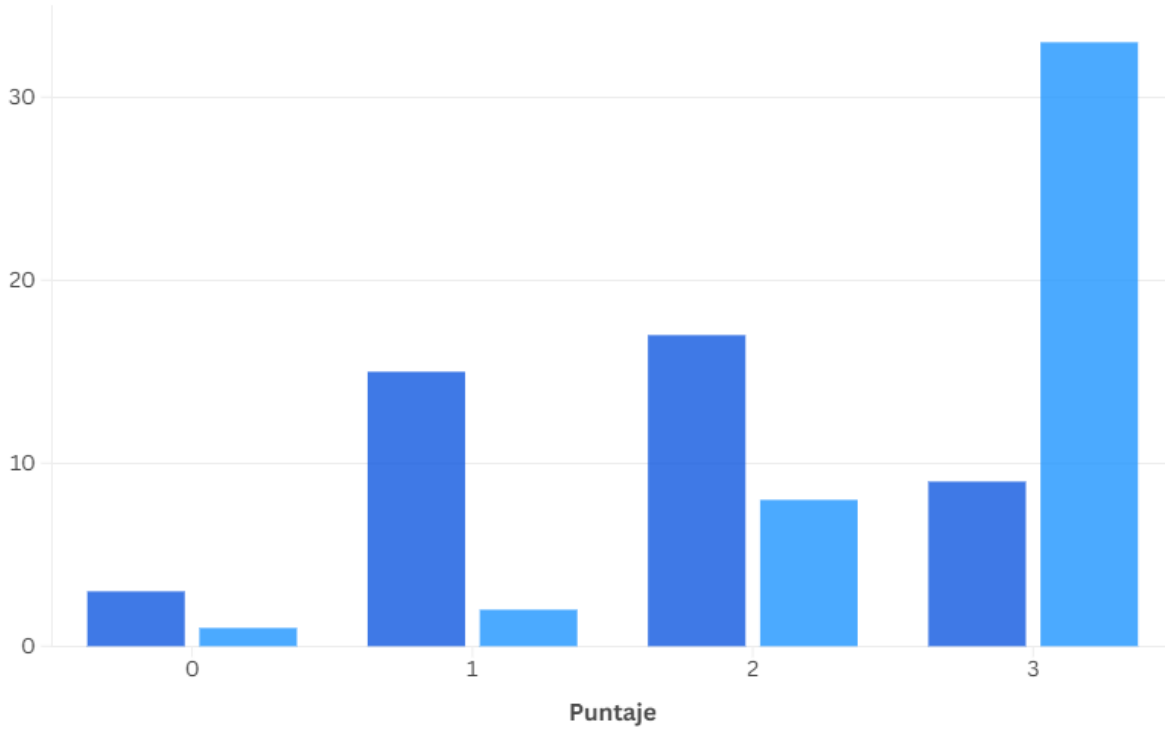


Figura 41: Puntajes generalización pre-post IWI-131

Fuente: Elaboración propia

Los puntajes obtenidos pre-post IWI-131 nos muestra una clara tendencia de mejora, donde la cantidad de puntajes bajos son considerablemente menores a los puntajes altos obtenidos (puntajes 2 y 3) post IWI-131.

Descomposición

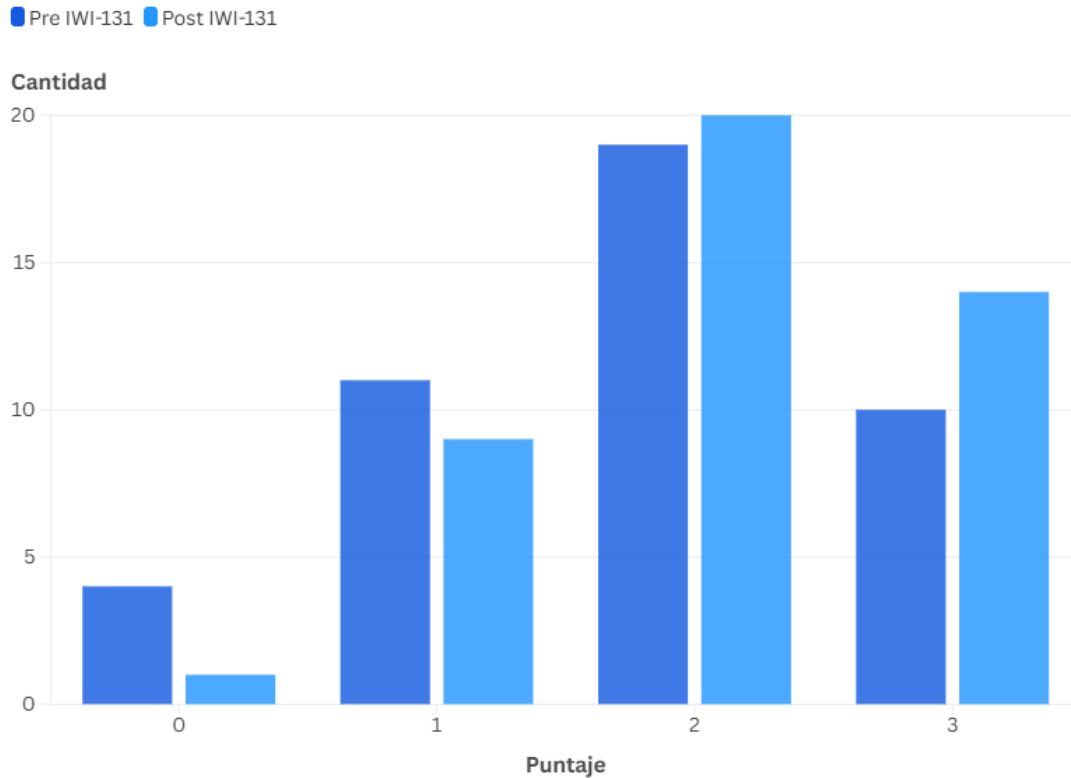


Figura 42: Puntajes descomposición pre-post IWI-131

Fuente: Elaboración propia

De las cuatro habilidades del PC, descomposición fue la que mostró un cambio menos impactante tras cursar la asignatura, Si bien, los puntajes bajos (puntaje 1 y 0) y puntajes altos (puntaje 2 y 3) disminuyeron y aumentaron respectivamente con respecto al estado inicial, se esperaba que la diferencia entre sus cantidades fuera más alta. Esto sugiere que si bien, la asignatura IWI-131 logra un impacto positivo, sigue siendo un desafío desarrollar esta habilidad en los estudiantes.

Análisis promedio por habilidad

Tomando como criterio de referencia lo establecido en la sección 4.3.4.2 **Análisis por habilidades de PC**, se considera que existe una mejora efectiva en el nivel de cada habilidad del PC cuando el puntaje promedio por área es mayor o igual a 2.

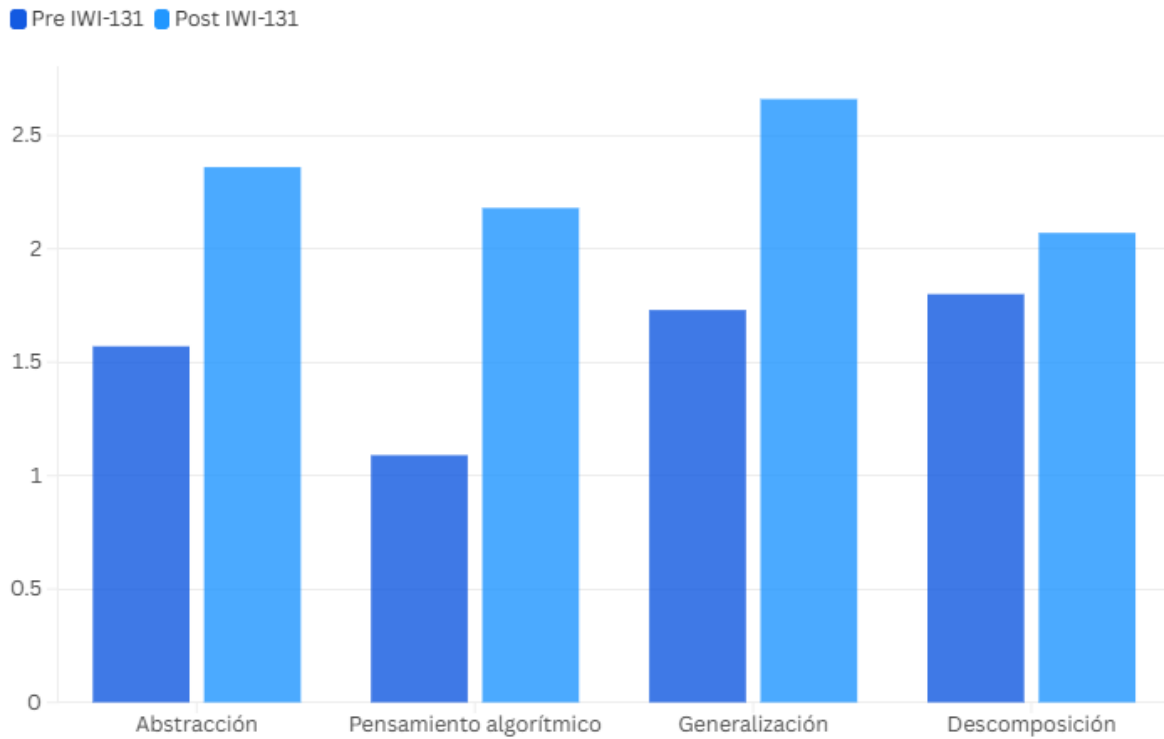


Figura 43: Puntajes promedio por habilidad pre-post IWI-131

Fuente: Elaboración propia

Habilidad	Pre IWI-131	Nivel Pre IWI-131 (%)	Post IWI-131	Nivel Post IWI-131 (%)	Cambio (%)
Abstracción	1.57	52.27	2.36	78.89	+26.52%
Pensamiento algorítmico	1.09	36.36	2.18	72.73	+36.37%
Generalización	1.73	57.58	2.66	88.64	+31.06%
Descomposición	1.80	59.85	2.07	68.94	+9.09%

Tabla 15: Análisis puntajes promedio por habilidad pre-post IWI-131

Fuente: Elaboración propia

Al analizar los resultados generales obtenidos tras cursar la asignatura IWI-131, se observa una mejora en todas las habilidades del PC evaluadas. En cada una de estas dimensiones, el puntaje promedio supera el umbral de 2 definido como criterio de mejora efectiva, lo que indica que, en términos generales, los participantes alcanzan un nivel alto de desarrollo en las habilidades consideradas.

No obstante, si bien los puntajes promedio superan dicho umbral, existen diferencias en la magnitud de la mejora entre las distintas habilidades. En algunos casos, el incremento respecto del valor mínimo de referencia es acotado, lo que sugiere que, aunque se evidencia un avance, estas habilidades podrían fortalecerse aún más dentro del contexto de la asignatura. En este sentido, los resultados indican que existe margen para continuar mejorando el desarrollo de ciertas dimensiones del PC.

Al analizar cada habilidad de manera independiente, se observa que el pensamiento algorítmico presenta la mayor mejora relativa, con un incremento del 36,37%. Este resultado resulta coherente con el enfoque de la asignatura IWI-131, centrada en la programación, donde el diseño de soluciones secuenciales y estructuradas constituye un componente fundamental para el logro de los objetivos de aprendizaje y la aprobación del curso.

En segundo lugar, la habilidad de generalización muestra una mejora del 31,06% tras cursar la asignatura. Cabe destacar que, previo a IWI-131, esta habilidad ya presentaba un nivel adecuado en los estudiantes, por lo que el aumento observado representa un indicador positivo del impacto del plan formativo en la capacidad de identificar patrones en nuevos contextos.

En cuanto a la abstracción, se registra una mejora efectiva del 26,5 %, lo que constituye un incremento significativo, aunque menor en comparación con las habilidades previamente mencionadas. Considerando que esta dimensión se encontraba entre las más débiles en la medición inicial, el nivel alcanzado al finalizar la asignatura puede interpretarse como un resultado positivo, evidenciando un avance relevante en la capacidad de los estudiantes para identificar información esencial y descartar elementos secundarios.

Finalmente, la habilidad de descomposición presenta la menor variación relativa, con una mejora del 9,09%. Este comportamiento resulta particularmente interesante, dado que esta habilidad era la mejor desarrollada en la etapa inicial. Al finalizar la asignatura, si bien se alcanza el nivel esperado, el bajo porcentaje de mejora plantea el desafío de continuar fortaleciendo esta dimensión dentro de la asignatura.

5.6 Discusión de resultados

Si bien los resultados obtenidos corresponden a una muestra de menor tamaño en comparación con el total de estudiantes que rindieron el test diagnóstico previo a cursar la asignatura IWI-131, estos resultan igualmente relevantes para la obtención de conclusiones de carácter preliminar.

Los resultados obtenidos demuestran que la asignatura IWI-131 tiene un impacto positivo en el desarrollo de las habilidades del PC en los estudiantes, esto reflejado en la mejora general de sus notas en comparación al test inicial.

Se destaca el aumento significativo observado en la habilidad de pensamiento algorítmico, cuya mejora puede estar estrechamente vinculada al enfoque de la asignatura IWI-131. Esta habilidad se encuentra presente de manera transversal en el plan formativo del curso y resulta fundamental para la resolución de los ejercicios propuestos.

Como se estableció en un inicio, la evaluación se apoyó en el uso de ítems isomórficos, los cuales permitieron medir las mismas habilidades evaluadas en el test inicial, pero en contextos distintos. Esta estrategia buscó reducir posibles sesgos asociados a la memorización o mecanización de respuestas, promoviendo que los estudiantes analizaran nuevas situaciones y las vincularan con las habilidades desarrolladas durante la asignatura. De haber utilizado los mismos contextos y preguntas, los resultados podrían no representar el estado final real de los estudiantes tras su paso por la asignatura

Por otra parte, los ítems directos incorporados en la evaluación final ofrecen una visión más explícita del logro de cada habilidad de PC. Si bien este enfoque permite identificar con mayor claridad aquellas áreas que presentan mayores dificultades, su carácter dicotómico y directo limita la profundidad del análisis, por ende, deben ser considerados complemento al test final y no extraer conclusiones basadas exclusivamente en sus resultados.

En conjunto, los resultados sugieren que la asignatura IWI-131 tiene un impacto positivo en el desarrollo de las habilidades de PC en la mayoría de los estudiantes. Si bien este impacto no se manifiesta de manera completamente homogénea, existiendo casos en los que el desempeño se mantiene o disminuye, la tendencia general evidencia una mejora tras cursar la asignatura. En este sentido, la consideración de una muestra de mayor tamaño permitiría profundizar el análisis y fortalecer la identificación de tendencias más sólidas, tanto a nivel de desempeño global como en cada una de las habilidades del PC.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

El presente trabajo tuvo como objetivo principal evaluar el impacto de la asignatura IWI-131 en el desarrollo de las habilidades de PC en estudiantes de primer año de la UTFSM.

Para ello, se diseñó e implementó una propuesta metodológica basada en la aplicación de instrumentos de evaluación en dos momentos distintos del proceso formativo, permitiendo analizar el desempeño inicial de los estudiantes y su evolución tras cursar la asignatura. Después de todo este proceso investigativo, analítico y comparativo, se pueden llegar a conclusiones relevantes del tema.

Objetivos

En relación con los objetivos específicos formulados al inicio de esta memoria, los resultados obtenidos permiten llegar a ciertas conclusiones.

En primer lugar, se logró caracterizar el nivel inicial de las habilidades de pensamiento computacional de los estudiantes que ingresan a la asignatura IWI-131, evidenciando un desempeño heterogéneo y, en general, intermedio, especialmente en habilidades como el pensamiento algorítmico y la abstracción.

Asimismo, se cumplió el objetivo de diseñar un nuevo instrumento de evaluación que permitiera analizar la evolución de estas habilidades tras el proceso formativo. La construcción de un test final basado en ítems isomórficos respecto del instrumento diagnóstico inicial permitió establecer comparaciones válidas entre ambos momentos, evitando sesgos asociados a la repetición directa de preguntas y favoreciendo una evaluación más auténtica de las habilidades desarrolladas.

Finalmente, el análisis comparativo pre–post permitió evaluar el impacto de la asignatura IWI-131 en el desarrollo de las habilidades de pensamiento computacional. Los resultados muestran una mejora general tanto en los puntajes totales como en cada una de las habilidades evaluadas, lo que respalda la validez del enfoque adoptado y permite responder afirmativamente a la pregunta si efectivamente hubo mejora al finalizar la asignatura.

Principales resultados y aprendizajes obtenidos

Uno de los principales hallazgos de esta memoria es la evidencia de una mejora significativa en el desempeño global de los estudiantes tras cursar la asignatura IWI-131. El aumento observado en los puntajes promedio y la concentración de resultados en rangos altos en la evaluación final sugieren que la experiencia formativa asociada a la asignatura contribuye positivamente al desarrollo del pensamiento computacional.

El análisis desagregado por habilidad permitió identificar diferencias relevantes en la magnitud de las mejoras observadas. En particular, el pensamiento algorítmico fue la habilidad que presentó el mayor incremento relativo, lo que puede explicarse a partir del enfoque de la asignatura, centrado en la programación y en la resolución de problemas mediante estructuras secuenciales y lógicas. Este resultado refuerza la idea de que la práctica sistemática de la programación constituye un medio efectivo para fortalecer esta dimensión del PC.

Por otra parte, habilidades como la generalización y la abstracción también evidenciaron mejoras significativas, incluso cuando algunas de ellas ya presentaban niveles adecuados en la etapa inicial. Esto sugiere que el plan formativo de la asignatura no solo contribuye a nivelar habilidades deficitarias, sino que también potencia competencias previamente adquiridas, favoreciendo su aplicación en nuevos contextos.

En contraste, la habilidad de descomposición mostró una mejora más acotada en términos relativos. Este resultado puede explicarse a partir de dos aspectos principales: por un lado, esta habilidad ya se encontraba relativamente desarrollada en la medición inicial, lo que limita el margen de mejora observable; por otro, plantea el desafío de incorporar estrategias pedagógicas más explícitas que permitan profundizar su desarrollo, incluso en estudiantes que ya presentan un nivel aceptable.

Validez y aportes de la propuesta metodológica

Desde el punto de vista metodológico, uno de los aportes principales de este trabajo radica en el uso combinado de ítems isomórficos y preguntas directas para la evaluación del pensamiento computacional. Los ítems isomórficos permitieron realizar una comparación longitudinal entre las etapas inicial y final, asegurando la equivalencia cognitiva de las evaluaciones y reduciendo posibles sesgos asociados a la memorización de respuestas.

La incorporación de ítems directos en la evaluación final aportó una perspectiva complementaria, permitiendo analizar el desempeño de los estudiantes cuando las habilidades son evaluadas de manera explícita y acotada. Los altos niveles de logro observados en este tipo de preguntas sugieren que, en contextos claramente definidos, los estudiantes logran identificar y aplicar adecuadamente las habilidades del pensamiento computacional. No obstante, por la naturaleza de sus preguntas, su análisis debe ser considerado un complemento al test final, sin influir en el puntaje de los ítems isomórficos.

En este sentido, la metodología propuesta puede ser considerada como una metodología aplicable para el análisis del desarrollo del PC en contextos similares, especialmente en asignaturas introductorias de programación en educación superior.

Alcances y limitaciones del estudio

A pesar de que los resultados obtenidos permiten extraer conclusiones relevantes, es importante considerar las limitaciones propias del estudio. Una de las principales limitaciones corresponde al tamaño de la muestra utilizada en la evaluación final, la cual fue considerablemente menor en comparación con la etapa diagnóstica inicial. Este hecho se debe, en gran medida, al carácter voluntario de la participación en la evaluación post curso.

Si bien esta muestra resulta suficiente para realizar un análisis exploratorio y descriptivo, los resultados no deben ser generalizados más allá del grupo analizado. En este contexto, los hallazgos obtenidos deben interpretarse como tendencias preliminares que aportan evidencia sobre el impacto de la asignatura, pero que podrían fortalecerse mediante estudios con muestras más amplias.

Otra limitación relevante del estudio está asociada a la influencia de factores externos no controlados, los cuales pueden incidir en el desempeño observado de los estudiantes. Entre estos factores se encuentran aspectos individuales como la motivación, el compromiso con la asignatura y las experiencias previas en programación, que influyen directamente en la forma en que los estudiantes enfrentan tareas que requieren el uso de habilidades de PC. Asimismo, el uso de herramientas de apoyo basadas en inteligencia artificial, como *ChatGPT*, puede haber impactado de manera diferencial en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Si bien estas herramientas pueden favorecer la comprensión de conceptos y apoyar la resolución de problemas, su uso no guiado también podría derivar en una menor profundización del razonamiento, afectando el desarrollo efectivo de las habilidades evaluadas. Dado que estos factores no fueron medidos ni controlados explícitamente en este estudio, constituyen una limitación a considerar en la interpretación de los resultados obtenidos.

Impacto y contribuciones del trabajo

A pesar de las limitaciones mencionadas, esta memoria aporta evidencia empírica relevante al análisis del desarrollo del PC en la educación superior, particularmente en el contexto de asignaturas introductorias de programación. Los resultados obtenidos contribuyen a validar el rol formativo de la asignatura IWI-131 y entregan información valiosa para la reflexión y mejora continua de su plan educativo.

Desde una perspectiva institucional, este trabajo permite fundamentar decisiones pedagógicas orientadas a fortalecer aquellas habilidades que presentan menor desarrollo relativo, así como a consolidar aquellas que muestran un impacto positivo significativo. Asimismo, el enfoque metodológico propuesto puede servir como referencia para futuras evaluaciones de impacto en otras asignaturas o programas formativos.

Proyecciones y trabajo futuro

Como proyección futura, se recomienda ampliar la aplicación del instrumento de evaluación final a un mayor número de estudiantes, idealmente incorporando la evaluación como parte del proceso regular del curso, lo que permitiría obtener muestras más representativas y fortalecer el análisis estadístico de los resultados.

Asimismo, resultaría interesante explorar el desarrollo del PC a lo largo de la trayectoria académica de los estudiantes, extendiendo el análisis más allá del primer año y considerando el impacto de asignaturas posteriores en la consolidación de estas habilidades.

En este contexto, también sería interesante analizar posibles diferencias entre carreras dentro de la UTFSM, dado que todos los estudiantes cursan la asignatura IWI-131 y, en teoría, comparten una base común de formación inicial. A medida que los estudiantes avancen en sus respectivas mallas curriculares, un estudio comparativo permitiría identificar qué habilidades del PC tienden a fortalecerse con mayor énfasis en cada carrera.

Resulta pertinente también profundizar en el análisis del impacto de factores externos que podrían influir en el desarrollo del PC, tales como la motivación de los estudiantes y el uso de herramientas de apoyo basadas en inteligencia artificial. En particular, futuras investigaciones podrían incorporar instrumentos complementarios, como encuestas de motivación académica o cuestionarios que permitan analizar la relación entre el nivel de involucramiento del estudiante y su desempeño en evaluaciones de PC. La incorporación de este tipo de variables permitiría enriquecer el análisis y comprender de manera más integral los factores que influyen en el desarrollo de las habilidades evaluadas.

Finalmente, se sugiere profundizar en el diseño de estrategias pedagógicas específicas para el fortalecimiento de habilidades como la descomposición, así como en el desarrollo de instrumentos de evaluación que permitan capturar con mayor precisión los distintos niveles de logro del PC en contextos reales de resolución de problemas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[Akçay09] Akçay, T. (2009). Perceptions of students and teachers about the use of a kid's programming language in computer courses (Master's thesis, Middle East Technical University).

[Allen02] Allen, M. J., & Yen, W. M. (2002). Introduction to Measurement Theory Waveland Press. Long Grove, IL.

[Atmatzidou16] Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661-670.

[Barr11] Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community?. *ACM inroads*, 2(1), 48-54.

[Dagienè16] Dagienè, V., & Sentance, S. (2016). It's computational thinking! Bebras tasks in the curriculum. In *Informatics in Schools: Improvement of Informatics Knowledge and Perception: 9th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives, ISSEP 2016, Münster, Germany, October 13-15, 2016, Proceedings 9* (pp. 28-39). Springer International Publishing.

[Delal20] Delal, H., & Oner, D. (2020). Developing middle school students' computational thinking skills using unplugged computing activities. *Informatics in Education*, 19(1), 1-13.

[Disessa00] Disessa, A. (2000). *Changing Minds: Computers, Learning, and Literacy*. MIT Press.

[Durak18] Durak, H. Y., & Saritepeci, M. (2018). Analysis of the relation between computational thinking skills and various variables with the structural equation model. *Computers & Education*, 116, 191-202.

[El-Hamamsy22] El-Hamamsy, L., Zapata-Cáceres, M., Barroso, E. M., Mondada, F., Zufferey, J. D., & Bruno, B. (2022). The competent computational thinking test: Development and validation of an unplugged computational thinking test for upper primary school. *Journal of Educational Computing Research*, 60(7), 1818-1866.

[García-Peñalvo16] García-Peñalvo, F. J., Rees, A. M., Hughes, J., Jormanainen, I., Toivonen, T., & Vermeersch, J. (2016, November). A survey of resources for introducing coding into schools. In *Proceedings of the fourth international conference on technological ecosystems for enhancing multiculturalism* (pp. 19-26).

[García-Peñalvo17] García-Peñalvo, F. J., Llorens Largo, F., Molero Prieto, X., & Vendrell Vidal, E. (2017). Educación en Informática sub 18 (EI< 18).

[Grover15] Grover, S., Pea, R., & Cooper, S. (2015, April). Systems of assessments” for deeper learning of computational thinking in K-12. In *Proceedings of the 2015 annual meeting of the American educational research association* (pp. 15-20).

[Kalelioğlu22] Kalelioğlu, F., Doğan, D., & Gülbahar, Y. (2022). Snapshot of computational thinking in Turkey: A critique of 2019 Bebras challenge. *Informatics in Education*, 21(3), 501-522.

[Koorse15] Koorse, M., Cilliers, C., & Calitz, A. (2015). Programming assistance tools to support the learning of IT programming in South African secondary schools. *Computers & Education*, 82, 162-178.

[Llorens17] Llorens Largo, F., García-Peñalvo, F. J., Molero Prieto, X., & Vendrell Vidal, E. (2017). La enseñanza de la informática, la programación y el pensamiento computacional en los estudios preuniversitarios. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 18(2), 7-17.

[Lockwood18] Lockwood, J., & Mooney, A. (2018). Developing a computational thinking test using Bebras problems.

[Lye14] Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12?. *Computers in human behavior*, 41, 51-61.

[Meza24] Meza, F., Vásquez, A., & San Martín, D. (2024, March). Validation of a Bebras-Based Test to Assess Computational Thinking Abilities in First-Year College Students. In *Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 2* (pp. 1750-1751).

[Pérez23] Pérez, M. A., & Robador Papich, S. E. (2023). El futuro de la Educación Universitaria con Chat GPT. In *XVIII Congreso Nacional de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología-TE&ET 2023* (Hurlingham, 15 y 16 de junio de 2023).

[Resnick09] Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., ... & Kafai, Y. (2009). Scratch: programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67.

[Roman17] Román-González, M., Pérez-González, J. C., & Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in human behavior*, 72, 678-691.

[Sysło13] Sysło, M. M., & Kwiatkowska, A. B. (2013, February). Informatics for all high school students: A computational thinking approach. In *International conference on informatics in schools: Situation, evolution, and perspectives* (pp. 43-56). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

[Tang20] Tang, X., Yin, Y., Lin, Q., Hadad, R., & Zhai, X. (2020). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education*, 148, 103798.

[Tikva21] Tikva, C., & Tambouris, E. (2021). Mapping computational thinking through programming in K-12 education: A conceptual model based on a systematic literature Review. *Computers & Education*, 162, 104083.

[Wing06] Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

[Zemlyachenko85] Zemlyachenko, V. N., Korneenko, N. M., & Tyshkevich, R. I. (1985). Graph isomorphism problem. *Journal of Soviet Mathematics*, 29, 1426-1481.

24

Take the chicken with his mother.
Mark the correct sequence:

A	B	C	D

6

Take the chicken to his mother
Beware of the cat: don't go through its square

Try A, B, C and D and choose the correct one

A	B	C	D
2 →	1 →	1 ↓	1 →
1 ↓	2 ↓	2 →	2 →
			1 ↓

7

Take the chicken to his mother
Pick up the flower on your way

Try A, B, C and D and choose the correct one

A	B	C	D
3 ↓	3 ←	3 ←	2 ←
1 ←	1 ↓	3 ↓	3 ↓
	1 →	1 →	1 →

8

Take the chicken to his mother
Pick up the flower on your way
Beware of the cat: don't go through its square

Try A, B, C and D and choose the correct one

A	B	C	D
3 →	3 →	2 →	3 →
2 ←	1 ←	1 ←	3 ↓
3 ↓	3 ↓	2 ↓	
1 →	1 →	1 →	

Figura A.2: Preguntas simples de bucles del cCTt.

Fuente: [El-Hamamsy22]

The figure displays 12 complex loop puzzles, numbered 10 through 21. Each puzzle is presented in a structured format:

- Example:** Shows a sequence of moves (e.g., right, down, right, down) and a corresponding path on a grid.
- Task:** A specific instruction such as "Take the chicken to his mother" or "Draw the shape".
- Options:** Four multiple-choice options (A, B, C, D) showing different sequences of moves (e.g., 2 right, 1 down, 1 right, 2 down).

The puzzles involve navigating a chicken on a 5x5 grid, avoiding obstacles like a mother, a cat, or flowers, and completing a specific path or task.

Figura A.3: Preguntas complejas de bucles del cCTt.

Fuente: [El-Hamamsy22]

Examples :

If the chicken is in a cloud, then it moves **down** by one square

If the chicken is in a heart, then it moves **left** by one square

16

Take the chicken to his mother

For example:
If the chicken is in a cloud, then it moves **down** by one square

Try A, B, C and D and choose the correct one

A	B	C	D

Examples :

If the chicken is in a cloud, then it moves **down** by one square

If there is **no** cloud, then it moves **left** by one square

17

Take the chicken to his mother

For example:
If the chicken is in a cloud, then it moves **down** by one square

Try A, B, C and D and choose the correct one

A	B	C	D

Examples :

If the chicken is in a cloud, then it moves **down** by one square

If the chicken is in a heart, then it moves **left** by one square

18

Take the chicken to his mother

For example:
If the chicken is in a cloud, then it moves **down** by one square

If there is **no** cloud, then it moves **left** by one square

Try A, B, C and D and choose the correct one

A	B	C	D

Examples :

If the chicken is in a cloud, then it moves **down** by one square

If there is **no** cloud, then it moves **left** by one square

19

Take the chicken to his mother

For example:
If the chicken is in a cloud, then it moves **down** by one square

If there is **no** cloud, then it moves **left** by one square

Try A, B, C and D and choose the correct one

A	B	C	D

Figura A.4: Preguntas condicionales del cCTt.

Fuente: [El-Hamamsy22]

Anexo B – Modelo estudio del PC por Durak y Saritepeci



Figura B.1: Modelo base de estudio sobre el pensamiento computacional.

Fuente: [Durak18]

Anexo C – Test post IWI-131

Evaluación del desarrollo del Pensamiento Computacional en la asignatura IWI-131

Hola, me llamo Juan Cáceres, estudiante de último año de la carrera ingeniería civil informática y actualmente realizando mi memoria la cual tiene como título evaluación del desarrollo del pensamiento computacional en la asignatura IWI-131.

El test que se tiene a continuación busca analizar y evaluar las habilidades desarrolladas del pensamiento computacional tras haber cursado la asignatura de programación. Conteste con total calma, los resultados no buscan evaluarlo a usted, sino más bien el impacto que tiene la asignatura sobre los alumnos. Muchas gracias.

** Indica que la pregunta es obligatoria*

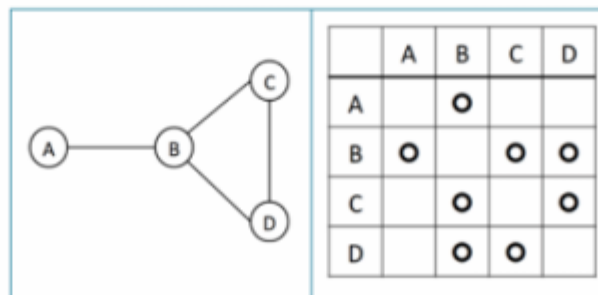
1. Rut: *

Sistema de Transporte

Las figuras representan una red de estaciones de metro. **Cada línea conecta dos estaciones directamente** y permite a los pasajeros viajar sin transbordo.

Por ejemplo, **la estación A está conectada con la estación B**. Por su parte, **la estación B está conectada con la estación A** (pues la relación es recíproca), **y también con la estación C y D**.

Si una persona quiere ir de la estación A a la estación C, necesitaría pasar por la estación B.



La siguiente figura muestra las conexiones entre 7 estaciones de metro de una ciudad:

	A	B	C	D	E	F	G
A		○		○			
B	○		○				
C		○			○		
D	○				○		
E			○	○		○	
F					○		○
G						○	

2. **Pregunta 1:**

En este nuevo escenario. ¿Cuál es el número mínimo de conexiones que debe realizar una persona desde la estación de metro A para llegar a la estación de metro G?

Marca solo un óvalo.

- A) 2 conexiones
- B) 3 conexiones
- C) 4 conexiones
- D) 5 conexiones

*



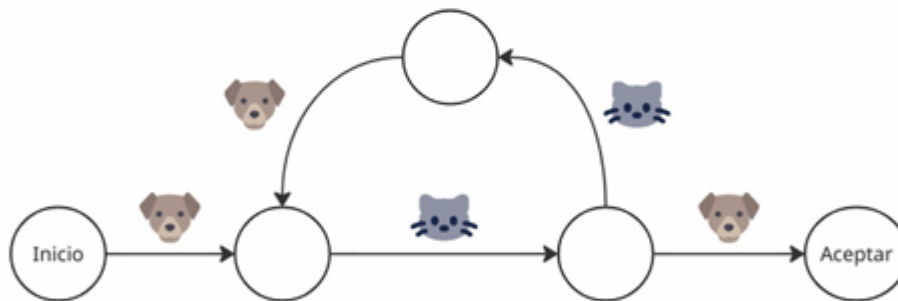
Contraseñas

Las contraseñas consisten únicamente de dos símbolos: **Perro** y **Gato**

Un sistema verificador de contraseñas evalúa si una contraseña particular es aceptable. Se usan círculos y flechas para describir cómo funciona el sistema verificador:

- El verificador lee los símbolos de la contraseña, **uno a la vez**, de izquierda a derecha.
- **El verificador siempre comienza en el círculo "inicio".**
- En cada círculo, **el verificador lee un símbolo de la contraseña.**
- Si el símbolo leído de la contraseña coincide con alguno de los símbolos en las flechas que salen del círculo actual, **el verificador sigue esa flecha.** De lo contrario, el verificador se detiene y rechaza la contraseña.
- Si en un momento no hay más símbolos para leer de la contraseña, **el verificador se detiene.** Si se detuvo justo en el círculo "Aceptar", **entonces la contraseña es aceptada como válida.** De lo contrario, **la contraseña es rechazada.**

Ejemplo verificador:



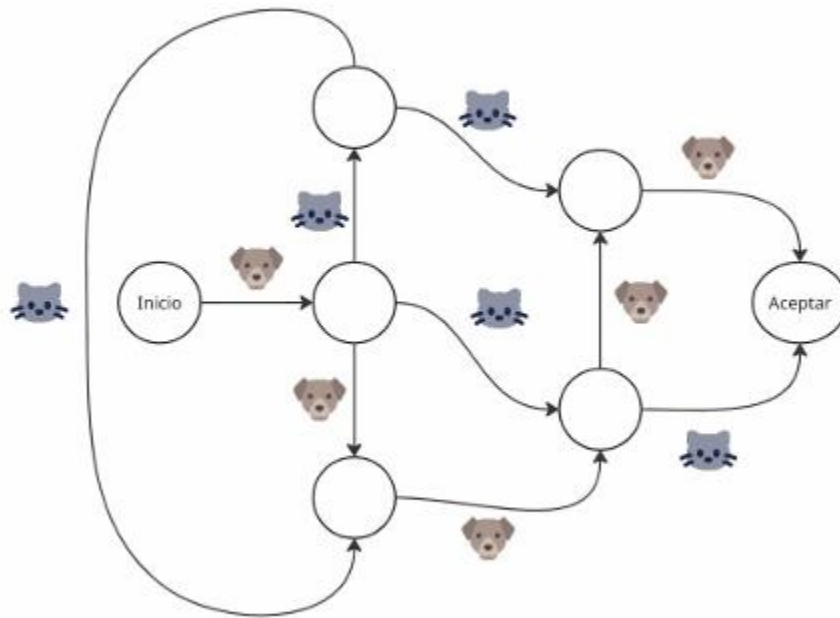
Dos contraseñas que son aceptadas por el verificador:

1. **Perro -> Gato -> Perro**
2. **Perro -> Gato -> Gato -> Perro -> Gato -> Perro**

Una contraseña que es rechazada por el verificador:

1. **Perro -> Gato -> Gato -> Gato -> Perro**
-

Se ha diseñado un nuevo verificador, que se muestra a continuación:



3. **Pregunta 2:**

Seleccione la contraseña **MÁS LARGA** que será aceptada por este nuevo verificador:

Marca solo un óvalo.

A)

🐱 🐱 🐱 🐱 🐱 🐱

B)

🐱 🐱 🐱 🐱 🐱

C)

🐱 🐱 🐱 🐱 🐱 🐱

D)

🐱 🐱 🐱 🐱 🐱 🐱

Fábrica de paquetes

Un grupo de ingenieros ha creado una fábrica de paquetes que recibe una cantidad de **paquetes grandes** como entrada y devuelve, como resultado final, una cantidad de **paquetes pequeños**.

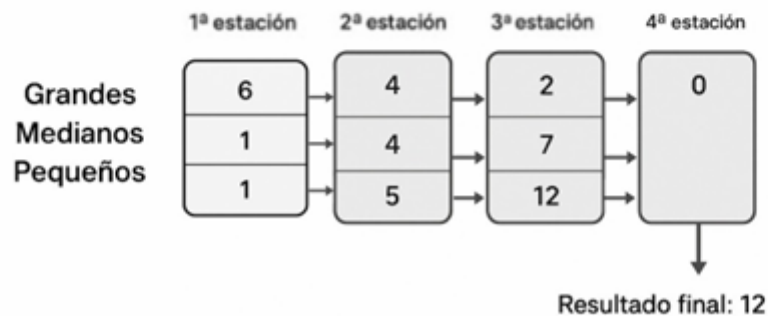
Esta fábrica posee muchas estaciones de procesamiento que funcionan de la siguiente manera:

- La **primera estación** recibe como **paquetes grandes de entrada** el número ingresado a la fábrica, y siempre rellena los **paquetes medianos** y **paquetes pequeños de entrada** con el número 1.
- Las estaciones siguientes toman las tres cantidades de paquetes que salieron de la estación anterior como nuevas entradas y siguen estas reglas:
 1. **Paquetes grandes de salida** = Paquetes grandes de entrada - 2
 2. **Paquetes medianos de salida** = Paquetes medianos de entrada + 3
 3. **Paquetes pequeños de salida** = Paquetes medianos de salida (recién calculados) + paquetes pequeños de entrada

IMPORTANTE: En el momento en que los **paquetes grandes de entrada** de una estación son **0 o menos**, el proceso completo se detiene y se devuelve como resultado **la cantidad de paquetes pequeños de entrada** que había en esa última estación.

Ejemplo:

La siguiente imagen muestra cómo funciona la fábrica de paquetes cuando se le ingresa como entrada el número 6, entregando como resultado un 12.



4. **Pregunta 3:**

*

¿Qué número retorna la fábrica de paquetes cuando se le ingresa como entrada el número 8?

Marca solo un óvalo.

A) 35

B) 5

C) 22

D) 51

Ranulina

La Ranulina es un instrumento musical muy especial, con dos características particulares:

- **Tiene solo cinco tonos diferentes** (T1 a T5)
- Después de que se toca uno de sus tonos, **sólo puede tocarse el mismo tono, el tono inmediatamente superior o saltar dos tonos hacia abajo.**

Como consecuencia, cualquier melodía para la ranulina puede ser escrita usando únicamente tres símbolos diferentes.

∞ → Tocar el mismo tono nuevamente.

♠ → Tocar el tono superior.

♣ → Tocar dos tonos inferiores.

Con estos tres símbolos es posible escribir melodías a partir de un tono inicial en particular.

Sin embargo, usando esos tres símbolos también es posible escribir melodías **que no pueden ser tocadas en la ranulina.**



5. **Pregunta 4:**

*

¿Cuál de las siguientes melodías **NO** puede ser tocada en la ranulina si se inicia desde el tono T3?

Marca solo un óvalo.

A) $\infty \blacktriangleright \frac{1}{2} \infty$

B) $\blacktriangleright \blacktriangleright \blacktriangleright \infty$

C) $\frac{1}{2} \blacktriangleright \blacktriangleright \infty$

D) $\blacktriangleright \frac{1}{2} \infty \blacktriangleright$

Tras las huellas

La clínica veterinaria de Santiago publicó un informe anónimo con información de algunas mascotas atendidas: fecha de nacimiento, especie, ciudad y diagnóstico.

Por otro lado, el registro comunal de mascotas de Santiago tiene un listado público con los animales inscritos y sus dueños.

Al cruzar estas dos fuentes es posible **identificar a qué mascota corresponde un diagnóstico**, aun cuando la clínica no publicó los nombres de los dueños.

Tablas

Tabla 1

Fecha de Nacimiento	Especie	Comuna	Diagnóstico
01/01/2015	Perro	Ñuñoa	Parvovirus
01/01/2016	Gato	Providencia	Insuficiencia renal
01/01/2016	Perro	Santiago Centro	Fractura de cadera
01/01/2017	Gato	La Florida	Otitis crónica
01/01/2018	Perro	Las Condes	Alergia alimentaria
01/01/2019	Gato	Ñuñoa	Problema respiratorio
01/01/2020	Perro	Providencia	Moquillo

Tabla 2

Fecha de Nacimiento	Especie	Nombre	Dueño
01/01/2015	Perro	Rocky	Carla Soto
01/01/2016	Perro	Toby	Matías González
01/01/2018	Perro	Luna	Emilia Contreras
01/01/2020	Perro	Max	Benjamín Rojas
01/01/2020	Gato	Copito	Isidora Pérez

6. **Pregunta 5:**

*

Usando la información de estas dos tablas, es posible saber qué mascota de la Tabla 2 fue diagnosticada con una enfermedad en la clínica veterinaria.
¿Cuál mascota fue diagnosticada con parvovirus y quién es su dueño?

Marca solo un óvalo.

- A) Rocky - Carla Soto
- B) Toby - Matías González
- C) Luna - Emilia Contreras
- D) Max - Benjamín Rojas

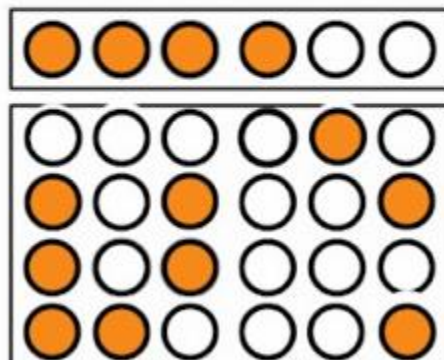
Luces LED

En un laboratorio de robótica, se utiliza un panel de luces LED para representar números. Cada **columna del panel** representa un dígito del número, y cada **LED encendido** tiene un valor dependiendo de su posición:

- El **LED superior encendido** vale **5 unidades**.
- Cada **LED inferior encendido** vale **1 unidad**.
- Los LEDs apagados no aportan valor.

El valor de cada columna se obtiene sumando los LEDs encendidos, y el número total se forma leyendo de **izquierda a derecha**.

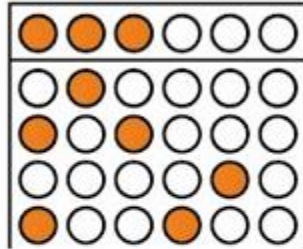
Por ejemplo, el número **867512** se mostraría encendiendo los LEDs correspondientes en cada columna:



7. **Pregunta 6:**

Durante una competencia de programación, un equipo activa el siguiente patrón de luces en su panel digital:

¿Cuál es el número representado por este panel LED?



Marca solo un óvalo.

- A) 658210
- B) 834020
- C) 739400
- D) 766110

Rescate Sincronizado

Lucía, Tomás y Renato son parte del equipo de rescate aéreo de montaña "SkyHelp", encargado de asistir a excursionistas perdidos en diferentes puntos de la cordillera.

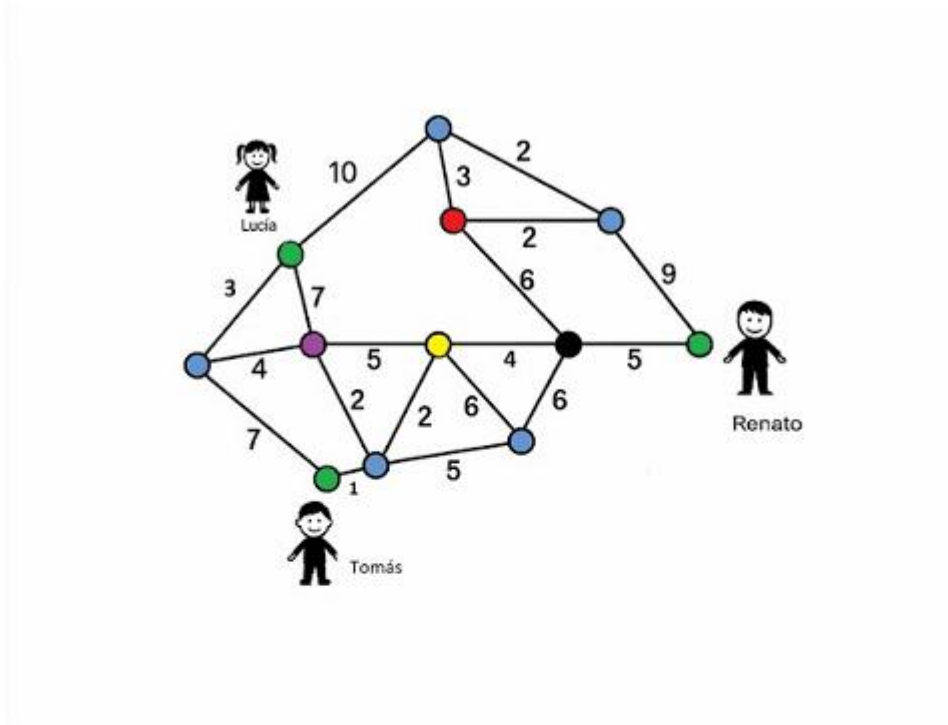
Cada uno se encuentra en una base distinta (representadas con círculos verdes en el mapa),

Las líneas del mapa muestran las rutas aéreas posibles entre bases y los **números indican el tiempo, en minutos**, que tarda un dron de rescate en ir de un punto a otro.

El equipo necesita elegir un punto de reunión donde puedan encontrarse los tres pilotos antes de continuar su operación, para que el encuentro sea eficiente, ninguno puede tardar **más de 15 minutos** en llegar al punto acordado.

Los posibles puntos de encuentro están marcados con círculos **morado, amarillo, rojo y negro**.

Mapa



8. **Pregunta 7:**

Según la información del mapa, ¿en cuáles de esos puntos pueden reunirse los tres pilotos sin superar el límite de tiempo establecido?

Marca solo un óvalo.

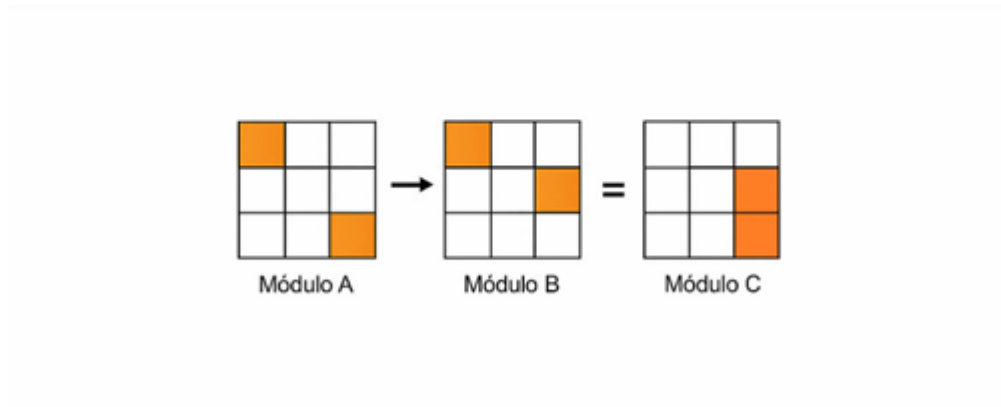
- A) Solo el punto negro.
- B) Puntos rojo y amarillo.
- C) Ningún punto cumple con los criterios.
- D) Todos los puntos cumplen con los criterios.

Enciéndelo

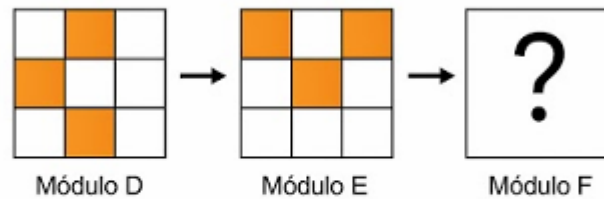
En una fábrica de paneles solares, cada módulo puede estar activado (■) o apagado (□).

Cuando dos módulos se combinan, el nuevo módulo encenderá una celda solo si exactamente uno de los dos módulos originales tenía esa celda activada. Si ambos estaban apagados o ambos encendidos, la celda queda apagada.

Por ejemplo, al combinar el Módulo A y el Módulo B, se obtiene el Módulo C:

9. **Pregunta 8:**

¿Cuántas celdas encendidas tendrá el **Módulo F** después de combinar el **Módulo D** con el **Módulo E**?



Marca solo un óvalo.

- A) 4
- B) 5
- C) 6
- D) 7

Resuelve puzzle

Un equipo de científicos está desarrollando un robot inteligente diseñado para resolver rompecabezas de manera autónoma. Para probar su capacidad de razonamiento lógico, se le presenta un puzzle de 6x6 celdas, pero algo salió mal durante el proceso de ensamblaje, y una sección de la imagen se dañó.

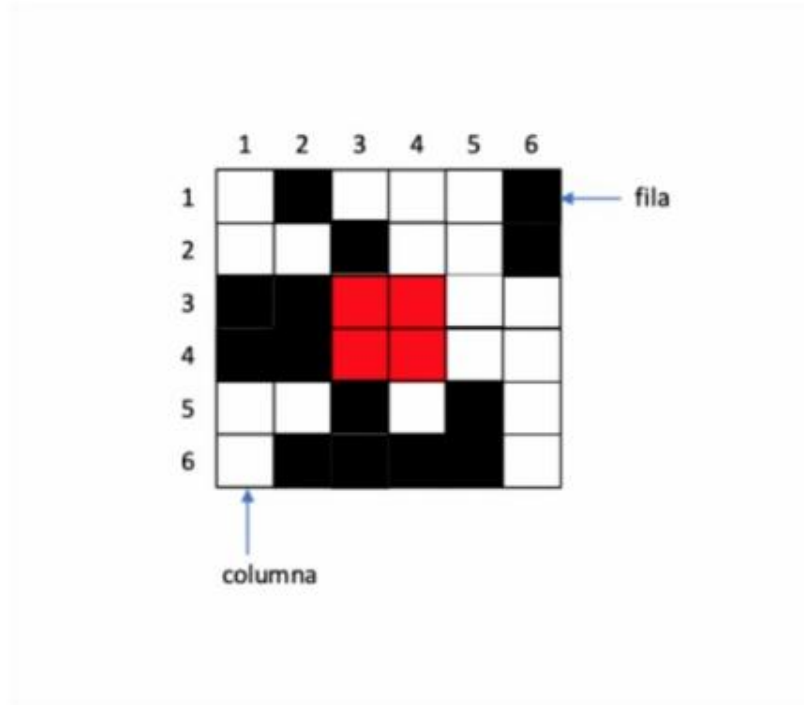
Este sistema está programado para seguir reglas de combinación precisas, que le permiten deducir qué pieza falta. La tarea consiste en garantizar que, al juntar las piezas, se cumpla con las siguientes condiciones:

1. En cada columna, debe haber un número par de celdas negras.
2. En cada fila, también debe haber un número par de celdas negras

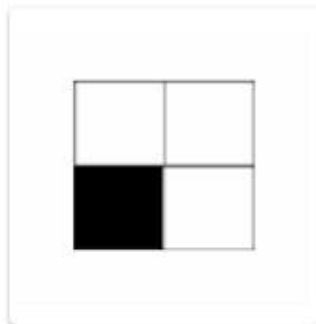
10. **Pregunta 9:**

Dado el siguiente rompecabezas.

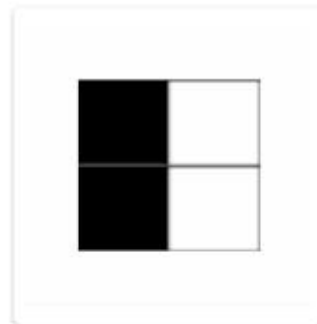
¿Qué pieza debe elegir el robot para completarlo correctamente, según las reglas establecidas?



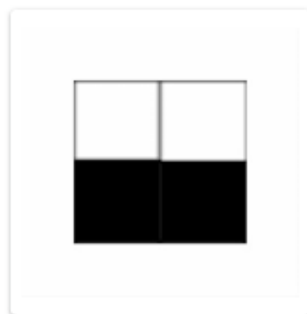
Marca solo un óvalo.



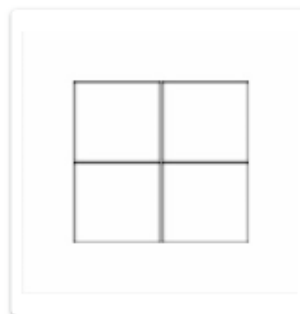
A)



B)



C)

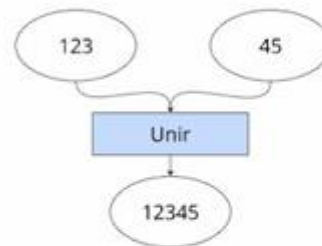


D)

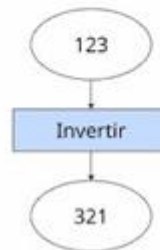
Procesador de números

En un laboratorio de computación, se está probando un nuevo procesador automático capaz de transformar números siguiendo distintos pasos. Para verificar que funciona correctamente, el equipo de ingenieros lo programa con dos operaciones distintas:

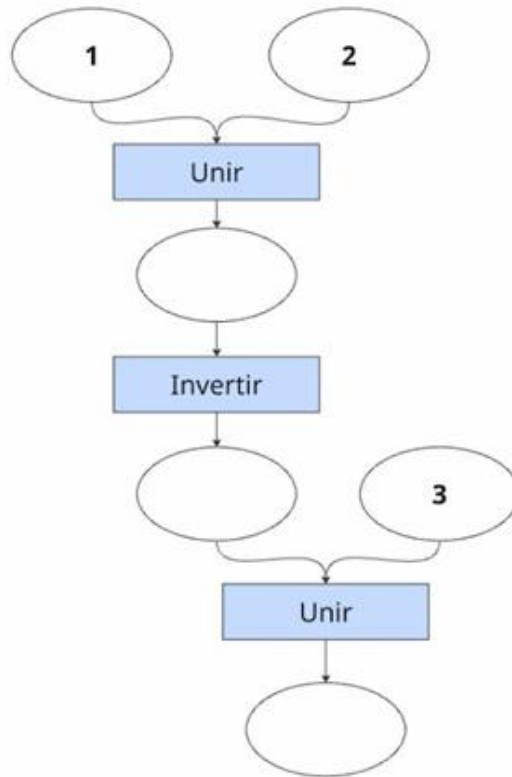
- Operación Unir: Toma dos números y los coloca uno detrás del otro



- Operación Invertir: Toma un número y coloca sus dígitos en orden inverso.



Para evaluar la máquina, los científicos deciden combinar estas funciones como se muestra en la figura de abajo:



11. **Pregunta 10:**

¿Cuál de los siguientes conjuntos de números, al ingresar en los óvalos 1, 2 y 3 siguiendo el orden indicado, produce como resultado final **97531**?

Marca solo un óvalo.



- A) 35 - 79 - 1
- B) 97 - 53 - 1
- C) 13 - 57 - 9
- D) 57 - 13 - 9

Escape Room

Un grupo de amigos participa en un *escape room* y ha llegado a la última prueba.

En una pared aparece una fila de **cuadrados de colores**, junto a unas instrucciones de ejemplo que explican cómo deben manipularlos para abrir la puerta de salida.

¿Cómo escapar?

	Si miras un cuadrado rojo, cambia el color a verde, y avanza un cuadrado hacia la derecha.
	Si miras un cuadrado amarillo, cambia el color a rojo, y avanza un cuadrado a la izquierda.

Al entender las instrucciones, se topan con la secuencia que deben descifrar:

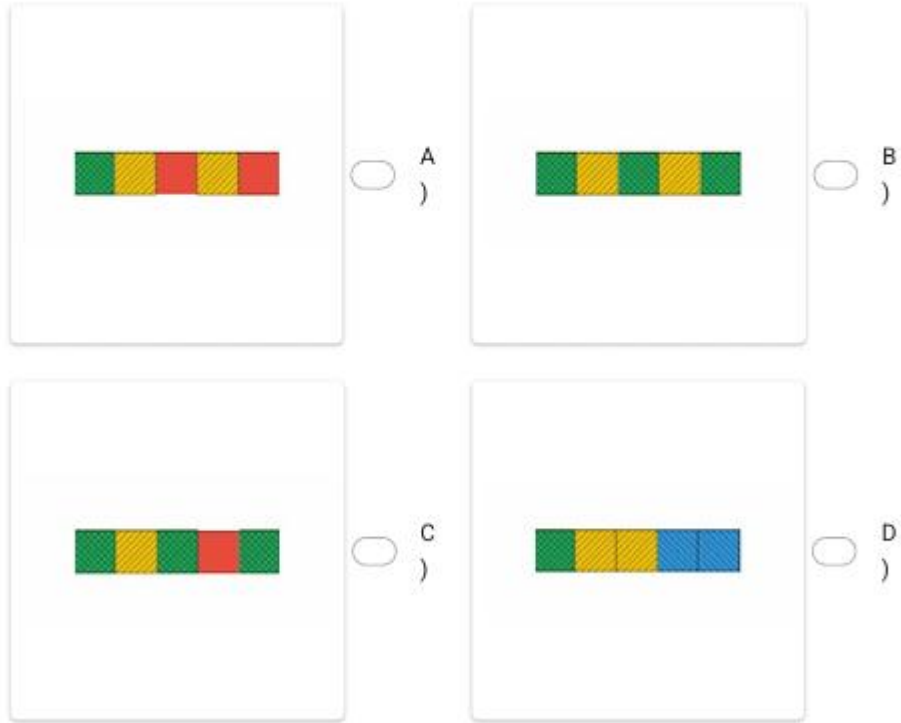


Y sus reglas:



12. **Pregunta 11:** *
¿Qué código desbloquea la salida?

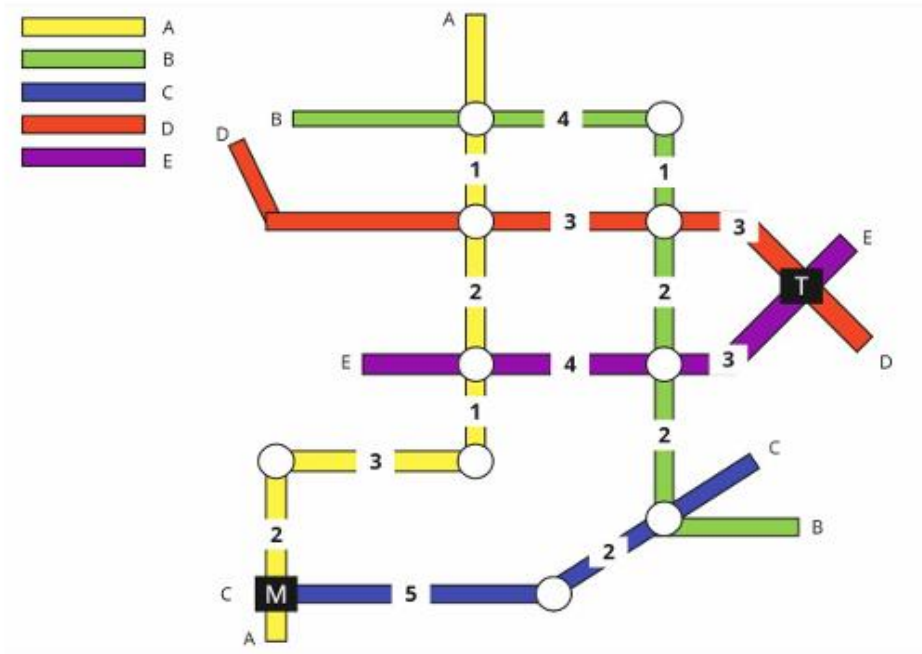
Marca solo un óvalo.



Combinaciones

Martina debe ir a trabajar todos los días usando el metro. Como no existe una línea directa, Martina debe combinar entre líneas para llegar a su trabajo. El mapa de la figura muestra las cinco líneas del metro, junto con el tiempo de viaje entre cada par de estaciones. La casa de Martina está marcada con una "M", y su lugar de trabajo con una "T". El resto de los círculos son estaciones en algunas de las cuales se puede hacer combinación entre las líneas.

Mapa del metro



13. **Pregunta 12:**

Suponiendo que las combinaciones entre líneas no toman tiempo adicional.
 ¿Cuáles líneas debería tomar Martina si quiere llegar a su trabajo lo más rápido que sea posible?

Marca solo un óvalo.

A)

Diagrama de líneas A (amarillo) y D (rojo).

B)

Diagrama de líneas C (azul), B (verde) y D (rojo).

C)

Diagrama de líneas A (amarillo) y E (púrpura).

D)

Diagrama de líneas C (azul), B (verde) y E (púrpura).

Consumo de agua

En la municipalidad de Santiago se quiere implementar un sistema para calcular el valor de las cuentas de agua de los hogares.

Cada mes, la empresa recolecta múltiples datos de cada casa:

- Nombre completo del propietario y del arrendatario (si lo hay).
- Dirección de la vivienda.
- Número de habitantes de la casa.
- Consumo de agua expresado en metros cúbicos (m^3).
- Fotografías del medidor tomadas por el funcionario que hace la lectura.
- Número de serie del medidor de agua.
- Historial de pagos atrasados.
- Fecha exacta de cada visita del funcionario.
- Temperatura ambiente del día en que se realizó la medición.
- Consumo eléctrico mensual del mismo hogar.

El sistema tiene como único objetivo calcular cuánto debe pagar cada hogar por concepto de agua. Para ello, el valor se obtiene multiplicando el consumo de agua en m^3 por una tarifa fija.

14. **Pregunta 13:**

De toda la información recolectada, ¿qué dato(s) son realmente necesarios para cumplir este objetivo?

Marca solo un óvalo.

- A) El nombre del propietario y el número de habitantes de la casa.
- B) El número de serie del medidor y la temperatura de la casa.
- C) El consumo de agua en m^3 .
- D) Las fotografías del medidor y el historial de pagos atrasados.

Instrucciones para el té

Un grupo de estudiantes de la Universidad Técnica Federico Santa María han programado un robot que prepara té automáticamente. El robot cuenta con brazos mecánicos y recipientes para agua, hojas de té y azúcar.

Las instrucciones disponibles para el robot son:

1. Revolver con una cuchara.
2. Agregar azúcar.
3. Colocar hojas de té en una taza.
4. Calentar agua.
5. Verter agua caliente en la taza.

El problema es que los estudiantes anotaron los pasos en desorden y, si el robot los ejecuta mal, no se obtiene té.

15. **Pregunta 14:**

*

¿Cuál es la **secuencia correcta** de instrucciones que el robot debe seguir para preparar el té?

Marca solo un óvalo.

- A) 1 → 2 → 3 → 4 → 5
- B) 2 → 1 → 4 → 3 → 5
- C) 4 → 3 → 5 → 2 → 1
- D) 4 → 3 → 2 → 5 → 1

Síntomas

Un médico de atención primaria ha ido registrando los **síntomas más frecuentes** que presentan sus pacientes según el diagnóstico que finalmente reciben. En su cuaderno tiene resumidos los siguientes casos típicos:

- **Gripe (Influenza)**
 - Fiebre alta
 - Dolor de cabeza
 - Dolor muscular
 - Cansancio
- **Resfrío común**
 - Congestión nasal
 - Tos leve
 - Dolor de garganta
 - Estornudos
- **COVID-19**
 - Fiebre
 - Tos seca
 - Dificultad para respirar
 - Cansancio
- **Alergia estacional**
 - Estornudos
 - Picazón de ojos
 - Congestión nasal
 - Goteo nasal

Un día, un paciente llega a la consulta y le comenta al doctor:

“Estos últimos días me he sentido horrible, tengo **fiebre**, paso **cansado** y con mucha **tos**.”

El médico revisa su cuaderno y compara estos síntomas con los patrones que ha registrado.

16. **Pregunta 15:**

¿Cuál de los siguientes diagnósticos es el más probable según la información disponible?

Marca solo un óvalo.

- A) Gripe (influenza)
- B) Resfrío común
- C) COVID-19
- D) Alergia estacional

*

Organización grupal

Un grupo de estudiantes debe preparar una presentación científica para una feria escolar. Tienen que explicar el experimento, mostrar los resultados y responder preguntas del público, pero aún no se organizan.

Cada integrante propone una forma distinta de empezar a trabajar:

- Sofía propone: "Abramos de inmediato el programa para hacer las diapositivas y vamos viendo qué se nos ocurre".
- Esteban propone: "Primero hagamos una lista con bloques de trabajo: explicación del experimento, preparación del material, análisis de resultados y parte de preguntas y respuestas; luego vemos quién se encarga de cada bloque".
- Laura propone: "Yo hago la introducción completa y ustedes se reparten todo lo demás como puedan".
- Álvaro propone: "Lo principal es que la presentación se vea bonita, después vemos el contenido".

17. **Pregunta 16:**

¿Cuál de estas propuestas organiza mejor el trabajo para poder avanzar de manera ordenada?

Marca solo un óvalo.

- A) La propuesta de Sofía
- B) La propuesta de Esteban
- C) La propuesta de Laura
- D) La propuesta de Álvaro