

# Fundamentos de programación competitiva

Hector Arturo Florez Fernandez

2024  
Bogotá, Colombia

Flórez Fernández, Héctor Arturo, autor

Fundamentos de programación competitiva / Héctor Arturo Flórez Fernández. --  
Primera edición. -- Bogotá : Ecoe Ediciones, 2024.

260 páginas, il., col.; 23.5x32 cm

(Computación y tecnología de la información. Desarrollo de software, Programación web, Lenguajes de programación y extensión/scripting: general).

Incluye datos curriculares de los autores -- Incluye referencias bibliográficas.

ISBN 978-958-508-285-4 (impreso) - 978-958-508-286-1 (pdf) -- 978-958-508-287-8 (digital)

1. Programación informática – concursos 2. Lenguajes de programación 3. C++ 4. Java  
5. Python 6. Plataforma CodeForces 7. Algoritmos computacionales 8. Programación competitiva –  
entrenamiento I. Flórez Fernández, Héctor Arturo, autor.

CDD: 005.115 Ed. 23

---



**Área:** *Computación y tecnología de la información.*

**Subárea:** *Desarrollo de software - Programación web - Lenguajes de programación y extensión/scripting: general.*

**ECOE**  
EDICIONES

© Hector Arturo Florez Fernandez  
Correo electrónico:  
haflorezf@udistrital.edu.co

© Ecoe Ediciones S.A.S.  
info@ecoeediciones.com  
www.ecoeediciones.com  
Carrera 19 # 63 C 32  
Teléfono: (+57) 321 226 46 09  
Bogotá, Colombia

♦ **Cita sugerida:**  
Florez Fernandez, H.A. (2024).  
*Fundamentos de programación competitiva.* Ecoe Ediciones.

**Primera edición:** Bogotá, Junio del 2024

ISBN: 978-958-508-285-4  
e-ISBN (PDF): 978-958-508-286-1  
e-ISBN (ePub): 978-958-508-287-8

Coordinadora editorial: Ana María Rueda G.  
Coordinadora de producción editorial:  
Alejandra Rondón Forero  
Editora júnior de contenidos:  
Alejandra Cely R.  
Corrección de estilo: Hector Florez Fernandez  
Carátula: Natalia Herrera Farfán  
Impresión: Carvajal Soluciones de  
Comunicación S.A.S.  
Carrera 69 #15-24

*Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio  
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.*

*Impreso y hecho en Colombia - Todos los derechos reservados*

# Sistema de Información en Línea



Al final del libro encontrará la información para ingresar al **Sistema de información en Línea** - SIL donde podrá acceder a:

- Código fuente en los lenguajes C++, Java y Python

# Prólogo

El libro *Fundamentos de programación competitiva* ofrece al lector una exposición clara y suficiente de los conceptos básicos de programación que permitan adquirir las habilidades necesarias para el análisis y desarrollo de algoritmos.

El libro expone una gran cantidad de soluciones a problemas presentados en la plataforma CodeForces<sup>1</sup>. Estas soluciones son desarrolladas en los lenguajes de programación C++, Java y Python. Los problemas estudiados en este libro se encuentran en inglés y no fueron traducidos al español con el fin de no correr el riesgo de generar interpretaciones incorrectas. En contraste, cada problema ha sido analizado para permitir un completo entendimiento y así poder llegar a una solución óptima. Estos problemas fueron cuidadosamente seleccionados entre un conjunto de mas de 8000 problemas disponibles en el *problemset*<sup>2</sup> de la plataforma Codeforces. Los problemas se escogieron con base en su facilidad de lectura, tema y nivel de dificultad.

Los capítulos que incluyen problemas tienen una sección denominada *Discusión* que tiene como objetivo explicar las decisiones tomadas en cada solución a cada problema además de hacer una comparación del desempeño de las soluciones en los lenguajes C++, Java y Python.

Este libro puede ser un gran apoyo para las personas con los siguientes perfiles:

- Profesor. El libro está diseñado para el aprendizaje de algoritmos, por lo tanto, puede apoyar a los profesores de cursos de algoritmia y programación.
- Estudiante. El libro está diseñado para que los estudiantes tengan un

---

<sup>1</sup><https://codeforces.com/>

<sup>2</sup><https://codeforces.com/problemset>

aprendizaje autónomo que puede complementar los conocimientos y habilidades adquiridas en cursos de algoritmia y programación.

- Entrenador. La estructura del libro incluye varios temas que son de gran interés en los concursos de programación competitiva. El libro tiene muy en cuenta elementos que permiten mejorar el desempeño de las soluciones que son muy importantes para muchos tipos de problemas. De esta forma, un entrenador puede discutir con sus estudiantes las diferentes técnicas que permiten desarrollar algoritmos efectivos y eficientes.
- Competidor. El libro presenta una gran cantidad de problemas en diferentes temas relacionados con algoritmia y programación competitiva. Cada problema es detalladamente analizado para que el estudiante que desea competir en concursos de programación, comprenda completamente los requerimientos de cada problema y las soluciones propuestas en diferentes lenguajes de programación. De esta forma, cuando el estudiante compita en un concurso de programación competitiva, podrá tener los fundamentos para poder hacer un análisis crítico de nuevos problemas y así diseñar y desarrollar la mejor solución posible.

El autor del libro, Hector Arturo Florez Fernandez, es profesor titular de la Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, Bogotá, Colombia. Además, el contenido del libro fue revisado y discutido con varios miembros del semillero de Programación Competitiva<sup>3</sup> y del grupo de investigación ITI: Innovación en Tecnologías de Información<sup>4</sup> adscrito a la Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.

---

<sup>3</sup><https://logiti.itiud.org/>

<sup>4</sup><https://www.itiud.org/>

# Tabla de contenido

<b>Prólogo</b>	<b>i</b>
<b>Tabla de contenido</b>	<b>iii</b>
<b>Lista de figuras</b>	<b>vii</b>
<b>Lista de tablas</b>	<b>viii</b>
<b>Lista de algoritmos</b>	<b>ix</b>
<b>1 Lenguaje de programación C++</b>	<b>1</b>
1.1 Conceptos básicos de programación usando el lenguaje C++ . . .	2
1.1.1 Operadores . . . . .	2
1.1.2 Tipos Primitivos de Datos . . . . .	3
1.1.3 Elementos básicos . . . . .	4
1.1.4 Entrada y salida estándar . . . . .	6
1.1.5 Función <code>main</code> . . . . .	6
1.1.6 Estructuras de programación . . . . .	6
<b>2 Lenguaje de programación Java</b>	<b>14</b>
2.1 Conceptos básicos de programación usando el lenguaje Java . .	16
2.1.1 Operadores . . . . .	16
2.1.2 Tipos primitivos de datos . . . . .	16
2.1.3 Elementos Básicos . . . . .	17
2.1.4 Entrada y salida estándar . . . . .	21
2.1.5 Método <code>main</code> . . . . .	23
2.1.6 Estructuras de programación . . . . .	24

<b>3</b>	<b>Lenguaje de programación Python</b>	<b>32</b>
3.1	Conceptos básicos de programación usando el lenguaje Python	33
3.1.1	Operadores . . . . .	33
3.1.2	Tipos de datos . . . . .	34
3.1.3	Elementos básicos . . . . .	35
3.1.4	Entrada y salida estándar . . . . .	36
3.1.5	Estructuras de programación . . . . .	36
<b>4</b>	<b>Complejidad algorítmica</b>	<b>41</b>
4.1	Notación <i>Big-O</i> . . . . .	41
4.2	Complejidad temporal . . . . .	43
4.2.1	Complejidad constante . . . . .	43
4.2.2	Complejidad lineal . . . . .	43
4.2.3	Complejidad cuadrática . . . . .	45
4.2.4	Complejidad cúbica . . . . .	45
4.2.5	Complejidad logarítmica . . . . .	46
4.2.6	Complejidad lineal logarítmica . . . . .	48
4.2.7	Complejidad exponencial . . . . .	49
4.2.8	Complejidad factorial . . . . .	51
4.3	Complejidad espacial . . . . .	52
4.3.1	Complejidad constante . . . . .	52
4.3.2	Complejidad lineal . . . . .	52
<b>5</b>	<b>Cadenas de caracteres</b>	<b>53</b>
5.1	Código ASCII . . . . .	53
5.2	Operaciones frecuentes con cadenas de caracteres . . . . .	58
5.3	Operaciones usando el código ASCII . . . . .	64
5.4	Problemas . . . . .	66
5.4.1	Way Too Long Words . . . . .	66
5.4.2	Decoding . . . . .	71
5.4.3	Chat room . . . . .	76
5.4.4	cAPS LOCK . . . . .	81
5.4.5	Palindromic Times . . . . .	86
5.5	Discusión . . . . .	91

<b>6</b>	<b>Ordenamiento</b>	<b>93</b>
6.1	Algoritmos de ordenamiento . . . . .	93
6.1.1	Ordenamiento de burbuja . . . . .	94
6.1.2	Ordenamiento por selección . . . . .	95
6.1.3	Ordenamiento por inserción . . . . .	98
6.1.4	Ordenamiento Shell . . . . .	101
6.1.5	Ordenamiento por mezcla . . . . .	103
6.1.6	Ordenamiento rápido . . . . .	107
6.2	Funciones de ordenamiento . . . . .	109
6.2.1	Función <code>sort</code> en C++ . . . . .	110
6.2.2	Función <code>stable_sort</code> en C++ . . . . .	112
6.2.3	Método <code>Arrays.sort</code> en Java . . . . .	113
6.2.4	Función <code>sort</code> en Python . . . . .	115
6.3	Problemas . . . . .	117
6.3.1	Olympiad . . . . .	117
6.3.2	Increasing . . . . .	122
6.3.3	Towers . . . . .	127
6.3.4	Promo . . . . .	132
6.3.5	Social Distance . . . . .	139
6.4	Discusión . . . . .	149
<b>7</b>	<b>Combinatoria</b>	<b>151</b>
7.1	Combinación . . . . .	152
7.1.1	Combinación sin repetición . . . . .	152
7.1.2	Combinación con repetición . . . . .	153
7.2	Permutación . . . . .	154
7.2.1	Permutación sin repetición . . . . .	154
7.2.2	Permutación con repetición . . . . .	155
7.3	Variación . . . . .	156
7.3.1	Variación sin repetición . . . . .	156
7.3.2	Variación con repetición . . . . .	157
7.4	Propiedades de números combinatorios . . . . .	158
7.5	Teorema del binomio . . . . .	159
7.6	Triángulo de Pascal . . . . .	160
7.7	Problemas . . . . .	162



7.7.1	Password . . . . .	162
7.7.2	CQXYM Count Permutations . . . . .	167
7.7.3	Infinite Replacement . . . . .	173
7.7.4	Lucky Numbers . . . . .	178
7.7.5	Silent Classroom . . . . .	182
7.8	Discusión . . . . .	191
<b>8</b>	<b>Teoría de números</b>	<b>192</b>
8.1	Divisibilidad . . . . .	193
8.2	Números primos . . . . .	194
8.2.1	Prueba de primalidad . . . . .	194
8.2.2	Siguiente número primo . . . . .	197
8.2.3	Criba de Eratóstenes . . . . .	198
8.3	Teorema fundamental de la aritmética . . . . .	201
8.4	Máximo común divisor . . . . .	203
8.5	Mínimo común múltiplo . . . . .	206
8.6	Problemas . . . . .	208
8.6.1	Gregor and Cryptography . . . . .	208
8.6.2	Factorise N+M . . . . .	211
8.6.3	Almost Prime . . . . .	217
8.6.4	I'm bored with life . . . . .	223
8.6.5	Minimum LCM . . . . .	227
8.7	Discusión . . . . .	236
	<b>Bibliografía</b>	<b>238</b>

## Lista de figuras

4.1	Gráfica de complejidad de <i>Big-O</i> . . . . .	42
4.2	Árbol de recursividad de la complejidad exponencial . . . . .	50
4.3	Árbol de recursividad de la complejidad factorial . . . . .	52
6.1	Ordenamiento de burbuja . . . . .	95
6.2	Ordenamiento por selección . . . . .	97
6.3	Ordenamiento por inserción . . . . .	99
6.4	Ordenamiento Shell . . . . .	102
6.5	Ordenamiento por mezcla . . . . .	105
6.6	Ordenamiento rápido . . . . .	108
8.1	Criba de Eratóstenes. Creación de lista . . . . .	199
8.2	Criba de Eratóstenes. Lista con marcación de múltiplos de 2 .	199
8.3	Criba de Eratóstenes. Lista con marcación de múltiplos de 2 y 3	199
8.4	Criba de Eratóstenes. Lista con marcación de múltiplos de 2, 3 y 5 . . . . .	200
8.5	Criba de Eratóstenes. Lista con marcación de múltiplos de 2, 3, 5 y 7 . . . . .	200

# Lista de tablas

1.1	Operadores aritméticos en C++ . . . . .	2
1.2	Operadores de asignación en C++ . . . . .	2
1.3	Operadores lógicos en C++ . . . . .	3
1.4	Operadores de comparación en C++ . . . . .	3
1.5	Operadores a nivel de bits en C++ . . . . .	3
1.6	Tipos primitivos de datos en C++ . . . . .	4
2.1	Operadores aritméticos en Java . . . . .	16
2.2	Operadores de asignación en Java . . . . .	17
2.3	Operadores lógicos en Java . . . . .	17
2.4	Operadores de comparación en Java . . . . .	17
2.5	Operadores a nivel de bits en Java . . . . .	18
2.6	Tipos primitivos de datos en Java . . . . .	19
3.1	Operadores aritméticos en Python . . . . .	33
3.2	Operadores de asignación en Python . . . . .	34
3.3	Operadores lógicos en Python . . . . .	34
3.4	Operadores de comparación en Python . . . . .	34
5.1	Código ASCII . . . . .	54

# Lista de algoritmos

4.1	Función con orden de complejidad temporal constante . . . . .	44
4.2	Función con orden de complejidad temporal lineal . . . . .	44
4.3	Función con orden de complejidad temporal cuadrática . . . . .	45
4.4	Función con orden de complejidad temporal cubica . . . . .	46
4.5	Función iterativa con orden de complejidad temporal logarítmica	47
4.6	Función recursiva con orden de complejidad temporal logarítmica	48
4.7	Función con orden de complejidad temporal lineal logarítmica .	49
4.8	Función con orden de complejidad temporal exponencial . . . . .	50
4.9	Función con orden de complejidad temporal factorial . . . . .	51
6.1	Ordenamiento de burbuja . . . . .	96
6.2	Ordenamiento por selección . . . . .	98
6.3	Ordenamiento por inserción . . . . .	100
6.4	Ordenamiento Shell . . . . .	103
6.5	Ordenamiento por mezcla . . . . .	106
6.6	Ordenamiento rápido . . . . .	109
8.1	Prueba de primalidad versión 1 . . . . .	195
8.2	Prueba de primalidad versión 2 . . . . .	195
8.3	Prueba de primalidad versión 3 . . . . .	196
8.4	Prueba de primalidad versión 4 . . . . .	196
8.5	Prueba de primalidad versión 5 . . . . .	197
8.6	Siguiente número primo . . . . .	198
8.7	Criba de Eratóstenes . . . . .	201
8.8	Descomposición en factores primos . . . . .	203
8.9	MCD - Algoritmo mediante iteraciones . . . . .	204
8.10	MCD - Algoritmo de Euclides . . . . .	205
8.11	MCD - Algoritmo por descomposición de factores primos . . . . .	206