







EDITORIAL UNIVERSIDAD DE CALDAS



# Algoritmos en Entornos Virtuales Educativos

DIEGO LÓPEZ FRANCO  
LUZ ENITH GUERRERO MENDIETA  
EDUARDO JOSÉ VILLEGAS JARAMILLO  
AUTORES



EDITORIAL UNIVERSIDAD DE CALDAS

Catalogación en la fuente,

Algoritmos en entornos virtuales educativos / Diego López Franco, Luz Enith Guerrero Mendieta, Eduardo José Villegas Jaramillo – Manizales: Universidad de Caldas, Facultad de ingenierías, 2024. 154 p.: il. (Libros de investigación)

ISBN pdf: 978-958-759-597-0

Algoritmos – Estrategias didácticas / Enseñanza de algoritmos / Entornos virtuales educativos /  
Tít./

**CCD 371.102 4/L925**

Reservados todos los derechos

© Universidad de Caldas

© Diego López Franco

ORCID: 0009-0004-1407-1819

© Luz Enith Guerrero Mendieta

ORCID: 0000-0002-6033-0031

© Eduardo José Villegas Jaramillo

ORCID: 0000-0002-7563-2913

Primera edición: 2024

*Libros de investigación*

ISBN pdf: 978-958-759-597-0

Editorial Universidad de Caldas

Calle 65 N.º 26-10

Manizales, Caldas –Colombia

<https://editorial.ucaldas.edu.co/>

Editor: Jorge Ivan Escobar Castro

Coordinadora editorial: Yolanda González Gil

Diseño de colección: Luis Osorio Tejada

Corrección de estilo: Camilo Giraldo Giraldo

Diagramación de páginas: Marcela Ocampo Gallego

Diseño de cubierta: Marcela Ocampo Gallego

Impreso y hecho en Colombia

*Printed and made in Colombia*

Todos los derechos reservados. Este libro se publica con fines académicos. Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta publicación, así como su circulación y registro en sistemas de recuperación de información, en medios existentes o por existir, sin autorización escrita de la Universidad de Caldas.

Universidad de Caldas | Vigilada Mineducación. Creada mediante Ordenanza Nro. 006 del 24 de mayo de 1943 y elevada a la categoría de universidad del orden nacional mediante Ley 34 de 1967. Acreditación institucional de alta calidad, 8 años: Resolución N.º 17202 del 24 de octubre de 2018, Mineducación.

# Contenido

<b>Presentación</b> . . . . .	<b>13</b>
<b>Consideraciones y retos en la enseñanza de la algoritmia.</b> . . . . .	<b>17</b>
Enseñanza de algoritmos y la integración de aplicativos en el mejoramiento de los procesos formativos . . . . .	17
Algoritmos y sus características principales . . . . .	19
Definición de algoritmo. . . . .	19
Estructura de un algoritmo . . . . .	20
Desempeño de un algoritmo . . . . .	22
Funciones de rendimiento . . . . .	22
Complejidad. . . . .	23
Métodos de conteo . . . . .	23
Pensamiento recursivo . . . . .	25
<b>Estrategias didácticas y pedagógicas</b> . . . . .	<b>27</b>
Teorías educativas que soportan la enseñanza a través de la aplicación de tecnologías. . . . .	33
Aprendizaje basado en problemas . . . . .	35
Pensamiento crítico. . . . .	38
Otros planteamientos y estrategias de enseñanza y aprendizaje . . . . .	44
Metodologías presenciales en la enseñanza de algoritmos . . . . .	46
Metodologías virtuales en la enseñanza de algoritmos . . . . .	47
Metodologías mixtas en la enseñanza de algoritmos . . . . .	49
Educación e innovación desde las TIC . . . . .	49
Herramientas en la enseñanza de algoritmos. . . . .	51
PatDemo . . . . .	52
Another Tool for Language Recognition (ANTLR) . . . . .	52
Pseudo intérprete (PSEINT) . . . . .	53
Debugger . . . . .	54
Gdb (Debugger de GNU) . . . . .	54

<b>Entornos virtuales educativos . . . . .</b>	<b>57</b>
Tecnologías de la información y la comunicación . . . . .	57
Marco legal en los entornos virtuales educativos . . . . .	58
Recursos digitales y software educativo . . . . .	59
<b>Tecnología de visualización de algoritmos . . . . .</b>	<b>61</b>
<b>Simuladores educativos. . . . .</b>	<b>62</b>
Diseño instruccional . . . . .	65
Metodología ADDIE. . . . .	66
Diseño universal de aprendizaje . . . . .	68
<b>Desarrollo de la herramienta en el entorno virtual educativo . . . . .</b>	<b>71</b>
Etapas en el desarrollo del entorno virtual educativo . . . . .	71
<b>Etapa 1 . . . . .</b>	<b>71</b>
<b>Etapa 2 . . . . .</b>	<b>73</b>
<b>Etapa 3 . . . . .</b>	<b>75</b>
<b>Etapa 4 . . . . .</b>	<b>76</b>
<b>Etapa 5 . . . . .</b>	<b>77</b>
Planeación del aplicativo para la enseñanza de algoritmos. . . . .	77
<b>Caracterización de estudiantes . . . . .</b>	<b>77</b>
Operacionalización de las variables . . . . .	78
Variables independientes. . . . .	79
Variables dependientes. . . . .	79
Materiales e instrumentos . . . . .	80
<b>Análisis estadístico . . . . .</b>	<b>81</b>
Desarrollo del guion académico . . . . .	81
Incorporación del aplicativo dentro de la clase . . . . .	86
Diseño de la solución . . . . .	86
<b>Consideraciones para el diseño del entorno digital educativo. . . . .</b>	<b>86</b>
Detalles de aplicación e implementación . . . . .	97
Especificaciones. . . . .	98
Estructura de la solución . . . . .	103
Definición de herramientas para implementación del aplicativo de software	107
Arquitectura del aplicativo . . . . .	108
Análisis léxico-sintáctico . . . . .	109
Generación y ejecución de código . . . . .	109
Estructura del sistema de archivos . . . . .	110

<b>Incorporación y trabajo en el aula a partir del entorno virtual educativo . . .</b>	<b>113</b>
Aplicación del entorno digital educativo según las características especificadas . . .	.113
<b>Incidencias y reflexiones en torno a la incorporación de entornos virtuales educativos en la enseñanza algorítmica. . . . .</b>	<b>133</b>
<b>Referencias . . . . .</b>	<b>137</b>
<b>ANEXO A: Manual de Usuario . . . . .</b>	<b>145</b>
Introducción. . . . .	.145
Descripción de la herramienta . . . . .	.146
<b>ANEXO B: Tabla de tokens utilizados en los algoritmos. . . . .</b>	<b>151</b>

# Índice de imágenes

<b>Imagen 1.</b> <i>Etapas del ABP.</i> . . . . .	.37
<b>Imagen 2.</b> <i>Características del Pensamiento Crítico</i> . . . . .	.42
<b>Imagen 3.</b> <i>Taxonomía de escenarios del uso de visualización de algoritmos en educación</i> . . . . .	.61
<b>Imagen 4:</b> <i>Modelo ADDIE.</i> . . . . .	.67
<b>Imagen 5.</b> <i>Prototipo del aplicativo.</i> . . . . .	.89
<b>Imagen 6.</b> <i>Fases para la generación del código ejecutable</i> . . . . .	103
<b>Imagen 7.</b> <i>Diagrama Casos de uso.</i> . . . . .	105
<b>Imagen 8.</b> <i>Diagrama de actividades.</i> . . . . .	106
<b>Imagen 9.</b> <i>Diagrama de secuencia del aplicativo.</i> . . . . .	106
<b>Imagen 10.</b> <i>Modelo MVC</i>	
<b>Imagen 11.</b> <i>Ejemplo de algoritmo</i> . . . . .	114
<b>Imagen 12.</b> <i>Ejemplo de algoritmo recursivo</i> . . . . .	115
<b>Imagen 13.</b> <i>Editor del aplicativo</i> . . . . .	115
<b>Imagen 14.</b> <i>Editor con pseudocódigo</i> . . . . .	116
<b>Imagen 15.</b> <i>Árbol de ejecución</i> . . . . .	117
<b>Imagen 16.</b> <i>Árbol de derivación sintáctica</i> . . . . .	118
<b>Imagen 17.</b> <i>Ventana con identificadores</i> . . . . .	118
<b>Imagen 18.</b> <i>Ventana con tokens</i> . . . . .	119
<b>Imagen 19.</b> <i>Editor con opción de puntos de interrupción</i> . . . . .	120
<b>Imagen 20.</b> <i>Ventana menú</i> . . . . .	121
<b>Imagen 21.</b> <i>Ventana para comparar algoritmos</i> . . . . .	121
<b>Imagen 22.</b> <i>Ventana para tomar muestra</i> . . . . .	122
<b>Imagen 23.</b> <i>Ventana para seleccionar estadísticas</i> . . . . .	123
<b>Imagen 24.</b> <i>Gráfico de estadística por número de líneas.</i> . . . . .	124
<b>Imagen 25.</b> <i>Gráfico de estadísticas por tiempo</i> . . . . .	125
<b>Imagen 26.</b> <i>Ventana para puntos de interrupción.</i> . . . . .	126

<b>Imagen 27.</b> <i>Ventana para agregar punto de interrupción.</i> . . . . .	126
<b>Imagen 28.</b> <i>Línea resaltada en un punto de interrupción en la ejecución.</i> . . .	127
<b>Imagen 29.</b> <i>Ventana con estado de variables al detener la ejecución.</i> . . . .	128
<b>Imagen 30.</b> <i>Opciones para ejecutar el paso a paso.</i> . . . . .	129
<b>Imagen 31.</b> <i>Ventana con ambientes de ejecución</i> . . . . .	130
<b>Imagen 32.</b> <i>Árbol de ejecución para el n-ésimo número Fibonacci</i> . . . . .	131

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Posibles variables dependientes e independientes.</i> . . . . .	.78
<b>Tabla 2.</b> <i>Guion académico.</i> . . . . .	.82
<b>Tabla 3.</b> <i>Taxonomía de acciones</i> . . . . .	.87
<b>Tabla 4.</b> <i>Actividades para clase con el uso de la herramienta.</i> . . . . .	.93
<b>Tabla 5.</b> <i>Evaluación formativa para las fases del modelo ADDIE</i> . . . . .	.96
<b>Tabla 6.</b> <i>Funcionalidades presentes en el editor</i> . . . . .	117



## Presentación

Este libro titulado *Algoritmos en entornos virtuales educativos*, surgió como resultado de la experiencia de años de trabajo en el aula de clase abordando la algoritmia y, principalmente, el análisis del comportamiento de los algoritmos computacionales. Este análisis algorítmico requiere que los estudiantes desarrollen la capacidad de abstracción y establezcan relaciones matemáticas que, generalmente, no les resultan fáciles y, en consecuencia, mucho menos llegar a generar algún conocimiento que pueda ser aplicado y llevado a la práctica. Esta clase de análisis algorítmico tiene que ver con la estimación del consumo de recursos de los algoritmos computacionales. Estas estimaciones son teóricas y para esto se emplean herramientas analíticas de forma que den una idea del rendimiento del algoritmo cuando se materializa en un programa y así tener claro qué tan apropiada pueda ser su ejecución, o comparativamente con otros, qué tan eficiente resulte.

Hacer este análisis puede ser una tarea compleja, debido a la necesidad de contar con un alto componente de tipo matemático; esto, generalmente, dificulta el proceso de abstracción y la comprensión de la esencia de lo que es el comportamiento de un algoritmo. Razón por la cual, resulta de suma importancia buscar, a través de recursos educativos digitales, el diseño de un entorno educativo que se convierta en un medio de apoyo para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje de temáticas propias de la algoritmia con la consecuente construcción de conocimientos.

Este libro presenta el diseño y desarrollo de un aplicativo de software como un entorno digital educativo que, a través de la visualización, la animación y la interactividad plasmadas en una caja de herramientas, permitirá representar el estado de ejecución de una buena parte de los algoritmos ya sean iterativos y/o recursivos, lo que ayudará a realizar su seguimiento, y presentará imágenes comparativas con el fin de facilitar el estudio del comportamiento de dichos algoritmos. En este texto se presenta los aspectos que se trataron en el desarrollo de la herramienta educativa propuesta, como el conocimiento tecnológico, los fundamentos pedagógicos, el componente disciplinar, las bases para la construcción de materiales educativos, métodos y metodologías para el uso de recursos didácticos, entre otros. El aplicativo de software se utilizó en prácticas académicas con grupos de estudiantes de la asignatura de Análisis y Diseño de Algoritmos de la Universidad de Caldas y Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, los cuales fueron monitoreados durante el proceso de investigación que acompaña la presente obra. Con ello, se buscó probar el aporte de la herramienta educativa en el mejoramiento del aprendizaje alcanzado y, finalmente, plantear la necesidad de integrar este tipo de recursos mediante estrategias pedagógicas adecuadas para fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En ese orden de ideas, este libro busca motivar a docentes y estudiantes para que adopten el uso de este tipo de tecnologías para complementar el proceso de enseñanza y aprendizaje, permitiendo disponer de los conceptos, herramientas y un prototipo funcional para que, a partir de allí, se puedan desarrollar nuevos y más complejos entornos virtuales; adicionalmente, se presenta el diseño y desarrollo de un entorno digital educativo que podrá facilitar a los estudiantes la comprensión del comportamiento de buena parte de los algoritmos, reduciendo la abstracción que este proceso conlleva, y que puedan utilizar como material de apoyo para reforzar los conceptos que se adquieren en el aula de clase y la teoría misma.

La organización de este documento presenta varios capítulos que permiten situar al lector ordenadamente en el proceso de diseño del entorno digital. Así pues, en el capítulo I se presenta la exploración bibliográfica que consta de un marco conceptual sobre la algoritmia, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), su aplicación en el ámbito de la educación, las teorías pedagógicas y modelos para el diseño de material instruccional como el modelo ADDIE, (acrónimo de Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación), presentado en EcuRed (2010), como parte del sustento teórico tenido en cuenta para diseñar esta herramienta de software con propósito educativo.

En el capítulo II, se expone las estrategias didácticas y pedagógicas que brindan soporte tanto a los métodos de enseñanza tradicionales como aquellos que sirven de base para el planteamiento de alternativas en la educación mediada por las TIC; en este sentido, el Aprendizaje Basado en Problemas, el Pensamiento Crítico y el Aprendizaje basado en el contexto de los estudiantes, invitan al lector a buscar alternativas frente al cambio de paradigmas tanto en los métodos de enseñanza, aprendizaje y evaluación tradicionales como el paso de la enseñanza netamente presencial al uso y aprovechamiento de las tecnologías como medio de transformación de los procesos formativos.

En el capítulo III, se aborda la planeación y desarrollo de los entornos virtuales educativos a partir de metodologías existentes que permiten llevar a cabo el desarrollo de estos entornos desde una planeación didáctica basada en el contexto en el cual se desenvuelven los estudiantes y los resultados de aprendizaje esperados.

En el capítulo IV, se describe detalladamente el proceso de desarrollo del entorno digital, se presentan los requerimientos, las especificaciones funcionales y de diseño del material digital educativo, el esquema lógico conceptual de la herramienta de software representado por los componentes que forman su núcleo central, los modelos del sistema, presentados a