

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**PROYECTO GRAFOS Y ÁRBOLES**

**PROYECTO BIMESTRAL GRAFOS Y ÁRBOLES APLICADOS A UN  
VIDEOJUEGO EDUCATIVO CON PYTHON Y PYXEL**

**ALEJANDRO SANTAMARÍA**

**ALEX MONTA**

**JUAN JÁCOME**

**DOCENTE: BORIS ASTUDILLO**

**[Boris.astudillo@epn.edu.ec](mailto:Boris.astudillo@epn.edu.ec)**

**DMQ, ENERO 2025**

## **CERTIFICACIONES**

Yo, JUAN JÁCOME declaro que el proyecto aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

---

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por JUAN JÁCOME, bajo mi supervisión.

---

**BORIS ASTUDILLO**  
**DOCENTE**

## **CERTIFICACIONES**

Yo, ALEX MONTA declaro que el proyecto aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

---

**ALEX MONTA**

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por ALEX MONTA, bajo mi supervisión.

---

**BORIS ASTUDILLO**  
**DOCENTE**

## **CERTIFICACIONES**

Yo, ALEJANDRO SANTAMARÍA declaro que el proyecto aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

---

**ALEJANDRO SANTAMARÍA**

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por ALEJANDRO SANTAMARÍA, bajo mi supervisión.

---

**BORIS ASTUDILLO**  
**DOCENTE**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

A través de la presente declaración, afirmamos que el proyecto aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

ALEX MONTA

ALEJANDRO SANTAMARÍA

JUAN JÁCOME

## **ÍNDICE DE CONTENIDO**

CERTIFICACIONES .....	1
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	4
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	3
RESUMEN .....	5

## **1. INTRODUCCIÓN**

- 1.1 Objetivo general
- 1.2 Objetivos específicos
- 1.3 Alcance
- 1.4 Marco teórico

## RESUMEN

Este proyecto nace con la idea de convertir el aprendizaje de algoritmos en una experiencia divertida y colaborativa. Se trata de un videojuego educativo desarrollado en Python con la librería Pyxel, donde los jugadores exploran un mapa inspirado en los alrededores de la Universidad.

El mapa no es cualquier escenario: está construido como un grafo ponderado, lo que significa que cada camino tiene un “peso” o costo. Los jugadores deben moverse desde un punto inicial hasta llegar al nodo final, que representa la Universidad. Para que el recorrido sea eficiente, el juego utiliza el algoritmo de Kruskal, que construye un Árbol de Expansión Mínima y asegura que las rutas elegidas sean las más óptimas.

Pero el reto no termina ahí. En cada nodo visitado, los jugadores se enfrentan a preguntas binarias (Sí/No) que van formando un árbol de decisiones. De esta manera, cada partida refleja no solo el recorrido físico por el grafo, sino también las elecciones tomadas durante el camino. Al finalizar, todas esas decisiones quedan registradas y se exportan en un documento descargable, como una especie de “bitácora” del viaje.

En esencia, este videojuego combina programación, estructuras de datos y diseño interactivo para que dos jugadores aprendan, jueguen y colaboren. Más que un ejercicio técnico, es una forma de vivir los algoritmos clásicos en un entorno lúdico, donde la teoría se convierte en práctica y la práctica en diversión.

## **2. INTRODUCCIÓN**

Las estructuras de datos constituyen uno de los pilares fundamentales en la formación de los estudiantes de Ingeniería en Sistemas, ya que permiten modelar, organizar y resolver problemas complejos de manera eficiente. Entre estas estructuras, los grafos y los árboles binarios destacan por su amplia aplicación en áreas como redes de computadoras, sistemas de navegación, inteligencia artificial y optimización de rutas. No obstante, su aprendizaje suele resultar abstracto y difícil cuando se aborda únicamente desde un enfoque teórico.

En este contexto, el uso de herramientas interactivas y didácticas se presenta como una alternativa efectiva para reforzar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los videojuegos educativos permiten integrar conceptos teóricos con experiencias prácticas, favoreciendo la participación activa del estudiante y facilitando la comprensión de algoritmos y estructuras de datos.

El presente proyecto propone el desarrollo de un videojuego educativo utilizando el lenguaje de programación Python y la librería Pyxel, en el cual se implementan grafos y árboles binarios para simular el recorrido por un mapa simplificado de los alrededores de la Universidad. El sistema está diseñado para dos jugadores, quienes parten desde diferentes puntos de inicio y deben llegar a un nodo objetivo que representa la Universidad.

Durante el recorrido, el videojuego aplica el algoritmo de Kruskal para la selección de rutas eficientes dentro del grafo, mientras que en cada nodo visitado los jugadores deben responder preguntas de tipo Sí/No. Estas respuestas permiten generar dinámicamente un árbol binario de decisiones, el cual registra el proceso seguido por cada jugador. De esta manera, el proyecto combina programación, estructuras de datos y diseño de videojuegos con un enfoque educativo, fortaleciendo la comprensión práctica de conceptos fundamentales de la asignatura.

### **1.1 Objetivo general**

Desarrollar un videojuego educativo en Python utilizando Pyxel que implemente grafos y árboles binarios para simular rutas óptimas y procesos de toma de decisiones.

### **1.2 Objetivos específicos**

1. Modelar un mapa universitario mediante un grafo ponderado.
2. Implementar el algoritmo de Kruskal para la selección de rutas eficientes.
3. Construir árboles binarios de decisión a partir de preguntas de tipo Sí/No.
4. Registrar y exportar las decisiones tomadas por los jugadores.

### **1.3 Alcance**

Se plantea como hipótesis que la implementación de grafos y árboles binarios dentro de un videojuego educativo interactivo permitirá mejorar significativamente la comprensión de estas estructuras de datos en comparación con métodos de enseñanza tradicionales basados únicamente en teoría y ejercicios escritos. Al involucrar al estudiante en un entorno visual, dinámico y participativo, se espera que los conceptos de rutas óptimas, árboles de expansión mínima y toma de decisiones sean asimilados de manera más intuitiva.

El alcance del proyecto se limita al desarrollo de un prototipo funcional para dos jugadores, en el cual se represente un mapa simplificado de los alrededores de la Universidad. El sistema no busca replicar un entorno real a escala exacta, sino ofrecer una abstracción suficiente para demostrar el funcionamiento de grafos ponderados, el algoritmo de Kruskal y la generación de árboles binarios de decisión. Asimismo, el proyecto se centra en fines académicos y educativos, sin considerar aspectos comerciales o de optimización avanzada.

## 1.4 Marco teórico

### 1.4.1 Grafos

Un grafo es una estructura de datos compuesta por vértices y aristas que permite modelar relaciones entre distintos elementos. En el proyecto, los vértices representan ubicaciones del mapa y las aristas los caminos que las conectan, cada uno con un peso asociado.

### 1.4.2 Algoritmo de Kruskal

El algoritmo de Kruskal permite construir un árbol de expansión mínima seleccionando las aristas de menor peso sin formar ciclos. Su aplicación garantiza rutas eficientes dentro del grafo.

### **3. METODOLOGÍA**

La metodología aplicada en el desarrollo del proyecto sigue un enfoque práctico y experimental, orientado a la implementación y validación de conceptos teóricos mediante un producto funcional. El trabajo se desarrolló en varias fases que permitieron organizar el diseño, la programación y la evaluación del videojuego educativo.

#### **2.1 Diseño del sistema**

En esta fase se realizó el análisis del problema y la definición de los requerimientos del sistema. Se determinó que el videojuego debía permitir la participación de dos jugadores, cada uno con un punto de inicio diferente, y un nodo final común que representa la Universidad. El mapa fue modelado como un grafo ponderado, donde los nodos representan ubicaciones y las aristas los caminos disponibles.

También se definió la lógica de interacción, estableciendo que en cada nodo los jugadores debían responder preguntas de tipo Sí/No, las cuales influirían en el recorrido y generaría un árbol binario de decisiones. Además, se consideró la necesidad de almacenar dichas decisiones para su posterior exportación en un documento.

#### **2.2 Desarrollo del videojuego**

El desarrollo se realizó utilizando el lenguaje de programación Python junto con la librería Pyxel, elegida por su simplicidad y enfoque en videojuegos 2D. La implementación se llevó a cabo de manera incremental, probando cada componente antes de integrarlo al sistema completo.

##### **2.2.1 Implementación en Pyxel**

La implementación del videojuego se realizó utilizando la librería Pyxel, la cual proporciona las herramientas necesarias para el desarrollo de videojuegos bidimensionales en Python. Pyxel permite gestionar de manera sencilla el ciclo de vida del juego mediante un bucle principal que controla la actualización de la lógica y el renderizado gráfico en pantalla.

En el proyecto, Pyxel se emplea para inicializar la ventana del videojuego, definir las dimensiones del mapa y manejar la interacción de los jugadores a través del teclado. Cada iteración del bucle principal permite actualizar la posición de los

jugadores dentro del grafo, verificar los movimientos permitidos y detectar la llegada a nuevos nodos del mapa.

Asimismo, Pyxel se utiliza para representar visualmente los elementos del juego, incluyendo los nodos del grafo, las aristas que los conectan y la ubicación de los jugadores. Al llegar a un nodo, el sistema muestra en pantalla preguntas de tipo Sí/No, cuya respuesta es capturada mediante eventos del teclado. Estas respuestas influyen directamente en el recorrido del jugador y en la generación del árbol binario de decisiones.

De esta manera, Pyxel actúa como el medio de integración entre la lógica algorítmica del sistema —basada en grafos y árboles binarios— y la interacción visual del videojuego, permitiendo una experiencia educativa dinámica que facilita la comprensión de los conceptos implementados.

### **2.2.2 Estructura del grafo**

El grafo fue implementado mediante estructuras de datos que almacenan nodos, aristas y pesos. Para la selección de rutas óptimas se aplicó el algoritmo de Kruskal, permitiendo construir un árbol de expansión mínima y evitar ciclos durante el recorrido.

### **2.2.3 Árbol binario de decisiones**

Cada respuesta proporcionada por los jugadores genera un nodo dentro de un árbol binario, donde la rama izquierda representa la respuesta "No" y la rama derecha la respuesta "Sí". Esta estructura permite registrar el proceso de toma de decisiones y analizar el camino seguido por cada jugador.

### **2.2.4 Uso de Pyxel**

Pyxel es una librería de desarrollo de videojuegos en 2D para Python, orientada a la creación de juegos con un estilo retro. Su simplicidad y ligereza la convierten en una herramienta adecuada para proyectos académicos, ya que permite concentrarse en la lógica del programa y en la implementación de estructuras de datos, sin requerir configuraciones complejas ni conocimientos avanzados de motores gráficos.

En el presente proyecto, Pyxel se utiliza para gestionar la ventana del juego, el bucle principal de ejecución, la detección de eventos de teclado y la representación gráfica del mapa, los jugadores y los nodos del grafo. Cada nodo del grafo es representado visualmente como un punto o área del mapa, mientras que las aristas se muestran como caminos que conectan dichas ubicaciones.

Además, Pyxel permite mostrar en pantalla las preguntas de tipo Sí/No que los jugadores deben responder al llegar a cada nodo, así como mensajes informativos relacionados con el estado del juego. Gracias a su sistema de coordenadas y funciones de dibujo, se logra una visualización clara del recorrido realizado y de las decisiones tomadas, facilitando la comprensión del funcionamiento de los grafos y árboles binarios implementados.

### **2.2.5 Tipografía**

La interfaz gráfica fue diseñada cuidando el espaciado entre los distintos elementos, como el mapa, las preguntas, los indicadores de jugador y el estado del juego, con el fin de mejorar la experiencia de uso.

#### **2.2.6 Estilo**

El estilo visual adoptado es retro y minimalista, característico de Pyxel, lo cual permite centrar la atención del jugador en la lógica del juego y en los conceptos de grafos y árboles binarios implementados.

### **4. CÓDIGO DESARROLLADO**

## **5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **2.3 Resultados**

El desarrollo del videojuego permitió implementar de manera satisfactoria un mapa interactivo basado en un grafo ponderado que representa los alrededores de la Universidad. Los jugadores pudieron desplazarse desde sus respectivos puntos de inicio hasta el nodo objetivo, respetando las conexiones definidas entre los nodos y las restricciones impuestas por la estructura del grafo.

La aplicación del algoritmo de Kruskal posibilitó la selección de rutas eficientes dentro del mapa, evitando ciclos y garantizando un recorrido óptimo hacia la meta. Este comportamiento pudo observarse durante la ejecución del videojuego, ya que los movimientos permitidos correspondieron al árbol de expansión mínima generado a partir del grafo.

Asimismo, en cada nodo visitado se presentaron preguntas de tipo Sí/No, cuyas respuestas fueron registradas correctamente y utilizadas para construir un árbol binario de decisiones. Este árbol permitió almacenar el historial de decisiones de cada jugador, generando una representación clara del proceso seguido durante el recorrido. Finalmente, se logró exportar dicha información en un documento, cumpliendo con el objetivo de registrar y analizar las decisiones tomadas.

#### **2.4 Discusión**

Los resultados obtenidos demuestran que la integración de grafos y árboles binarios dentro de un videojuego educativo constituye una estrategia efectiva para reforzar el aprendizaje de estas estructuras de datos. La posibilidad de visualizar el mapa como un grafo y observar el recorrido de los jugadores facilita la comprensión de conceptos como nodos, aristas, pesos y rutas óptimas.

Además, la generación de árboles binarios de decisión a partir de preguntas de tipo Sí/No permite relacionar la teoría con situaciones prácticas de toma de decisiones, lo cual favorece el razonamiento lógico y la comprensión del funcionamiento de los árboles. El uso de Pyxel como

herramienta gráfica contribuyó a crear un entorno interactivo accesible, en el que los estudiantes pueden experimentar directamente con los algoritmos implementados.

En comparación con métodos tradicionales de enseñanza, el enfoque propuesto promueve una participación más activa del estudiante, lo que puede traducirse en un aprendizaje más significativo y duradero.

## 6. Conclusiones

El desarrollo del presente proyecto permitió demostrar que la integración de estructuras de datos como grafos y árboles binarios dentro de un videojuego educativo constituye una estrategia efectiva para reforzar el aprendizaje de conceptos fundamentales de la asignatura de Estructuras de Datos. Mediante el uso de un entorno interactivo, los estudiantes pueden visualizar y aplicar algoritmos clásicos, superando las limitaciones del aprendizaje puramente teórico.

La implementación de un mapa basado en grafos ponderados facilitó la comprensión de conceptos como nodos, aristas, pesos y rutas óptimas. En particular, la aplicación del algoritmo de Kruskal permitió evidenciar de manera práctica la construcción de un árbol de expansión mínima, mostrando cómo es posible optimizar recorridos y evitar ciclos innecesarios dentro de un sistema.

Asimismo, la generación de árboles binarios de decisión a partir de preguntas de tipo Sí/No permitió reforzar el razonamiento lógico y la toma de decisiones secuenciales. El registro y almacenamiento de dichas decisiones en un documento descargable aporta un valor adicional al proyecto, ya que posibilita el análisis posterior del camino seguido por cada jugador y del árbol generado durante la ejecución del videojuego.

El uso de la librería Pyxel resultó adecuado para el desarrollo del proyecto, debido a su simplicidad, ligereza y facilidad de integración con Python. Su enfoque gráfico permitió representar de forma clara los elementos del grafo, el movimiento de los jugadores y la interacción mediante preguntas, contribuyendo a una experiencia educativa accesible y comprensible.

Finalmente, se concluye que el proyecto cumple con los objetivos planteados y demuestra que los videojuegos educativos pueden ser una herramienta complementaria eficaz en el proceso de enseñanza-aprendizaje de estructuras de datos.

## 7. Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos y la experiencia adquirida durante el desarrollo del proyecto, se proponen las siguientes recomendaciones:

Ampliar el mapa del videojuego incorporando un mayor número de nodos y aristas, con el fin de aumentar la complejidad del grafo y permitir el análisis de escenarios más realistas.

Implementar otros algoritmos de grafos, como Dijkstra o Prim, para comparar su comportamiento y resultados con el algoritmo de Kruskal dentro del mismo entorno interactivo.

Incluir mecanismos de evaluación que permitan medir de forma cuantitativa el aprendizaje de los estudiantes, tales como puntajes, tiempos de resolución o reportes automáticos.

Mejorar la interfaz gráfica del videojuego incorporando elementos visuales adicionales que faciliten la identificación de rutas, nodos visitados y decisiones tomadas.

Utilizar el videojuego como herramienta de apoyo en clases prácticas o laboratorios, complementando la enseñanza teórica de estructuras de datos.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ESA “Pyxel: un marco de software para la simulación de detectores de imágenes” Disponible en: <https://sci.esa.int/web/future-missions-department/-/60390-pyxel-a-software-framework-for-imaging-detector-simulation>

[2] Luis Llamas “Qué son y cómo usar los Grafos” Disponible en:  
<https://www.luisllamas.es/que-es-un-grafo/>

[3] Edwin Ramirez“Kruskal: Algoritmo y Complejidad” Disponible en:  
<https://es.scribd.com/document/466381994/Algoritmo-de-Kruskal-Complejidad-Algoritmica>

[4] oblancarte “Estructura de datos – Árboles” Disponible en:  
<https://www.oscarblancarteblog.com/2014/08/22/estructura-de-datos-arboles/>