



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO  
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**TEMA:** Propuesta de herramienta didáctica de algoritmos aplicados a problemas logísticos

**Autores:**

Jorge Oswaldo Salazar Santillán

Liviston Ricardo Sánchez Freire

**Acompañante:**

Msc. Juan José Paredes Quevedo

**Milagro, Diciembre del 2018**

**ECUADOR**

## DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabrizio Guevara Viejó, PhD.

**RECTOR**

**Universidad Estatal de Milagro**

Presente.

Yo, **SALAZAR SANTILLAN JORGE OSWALDO** en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la alternativa de Titulación – Propuesta Tecnológica, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor la Propuesta Tecnológica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Temática **PROPUESTA DE HERRAMIENTA DIDÁCTICA DE ALGORITMOS APLICADOS A PROBLEMAS LOGÍSTICOS** del Grupo de Investigación **OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS Y LOGÍSTICOS** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta Propuesta Tecnológica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 11 días del mes de Diciembre del 2018



Firma del Estudiante  
Salazar Santillán Jorge  
CI: 2100827605

## DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

**RECTOR**

**Universidad Estatal de Milagro**

Presente.

Yo, **SANCHEZ FREIRE LIVISTON RICARDO** en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la alternativa de Titulación – Propuesta Tecnológica, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor la Propuesta Tecnológica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Temática **PROPUESTA DE HERRAMIENTA DIDÁCTICA DE ALGORITMOS APLICADOS A PROBLEMAS LOGÍSTICOS** del Grupo de Investigación **OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS Y LOGÍSTICOS** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta Propuesta Tecnológica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 11 días del mes de Diciembre del 2018



Firma del Estudiante  
Sánchez Freire Liviston  
CI: 0921600763

## APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Yo, **JUAN JOSE PAREDES QUEVEDO** en mi calidad de tutor de la Propuesta Tecnológica, elaborado por los estudiantes **SALAZAR SANTILLAN JORGE OSWALDO Y SANCHEZ FREIRE LIVISTON RICARDO** cuyo título es **PROPUESTA DE HERRAMIENTA DIDÁCTICA DE ALGORITMOS APLICADOS A PROBLEMAS LOGÍSTICOS**, que aporta a la Línea de Investigación **DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVO Y LOGÍSTICOS** previo a la obtención del Grado de **INGENIEROS INDUSTRIALES**; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Propuesta Tecnológica de la Universidad Estatal de Milagro.

En la ciudad de Milagro, a los 22 días del mes de Octubre de 2018.



Nombre del Tutor  
Msc. Juan José Paredes Quevedo  
C.I.: 0705192045

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Msc. Paredes Quevedo Juan José

Msc. Avilés Noles Manuel Andrés

Msc. Girón Guerrero Miguel Francisco

Luego de realizar la revisión de la Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título (o grado académico) de **Ingeniero Industrial** presentado por el señor. **Salazar Santillán Jorge Oswaldo**.

Con el título: **Propuesta de herramienta didáctica de algoritmos aplicados a problemas logísticos**

Otorga a la presente propuesta tecnológica, las siguientes calificaciones:

Propuesta Tecnológica [ 80 ]

Defensa oral [ 15 ]

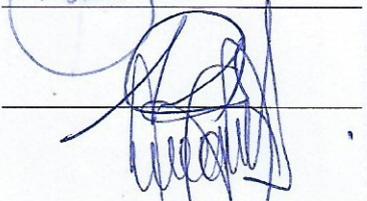
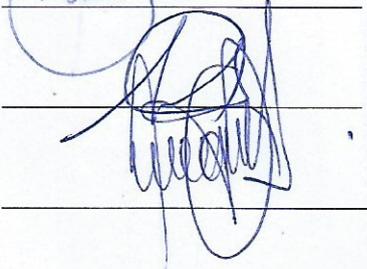
Total [ 95 ]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado)

Aprobado

Fecha: **11 de diciembre** del 2018.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente	Msc. Paredes Quevedo Juan José	
Secretario /a	Msc. Avilés Noles Manuel Andrés	
Integrante	Msc. Girón Guerrero Miguel Francisco	

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Msc. Paredes Quevedo Juan José

Msc. Avilés Noles Manuel Andrés

Msc. Girón Guerrero Miguel Francisco

Luego de realizar la revisión de la Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título (o grado académico) de **Ingeniero Industrial** presentado por el señor. **Sánchez Freire Liviston Ricardo**.

Con el título: **Propuesta de herramienta didáctica de algoritmos aplicados a problemas logísticos**

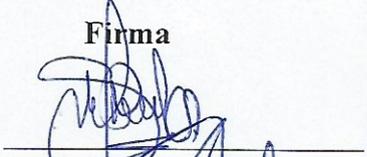
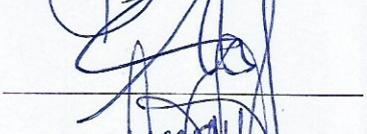
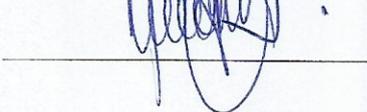
Otorga a la presente propuesta tecnológica, las siguientes calificaciones:

Propuesta Tecnológica	[ 80 ]
Defensa oral	[ 15 ]
Total	[ 95 ]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) Aprobado

Fecha: 11 de **diciembre** del 2018.

Para constancia de lo actuado firman:

Nombres y Apellidos		Firma
Presidente	Msc. Paredes Quevedo Juan José	
Secretario /a	Msc. Avilés Noles Manuel Andrés	
Integrante	Msc. Girón Guerrero Miguel Francisco	

## **DEDICATORIA**

### **DEDICATORIA:**

Dedico este proyecto principalmente a mi familia, mis padres Celso Salazar y Lucy Santillán por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo incondicional y sus consejos para hacer de mí una mejor persona, a mis hermanos Verónica y Dylan mi angelito en el cielo por darme fuerzas y aliento para seguir adelante. A mi novia Andrea quien es el apoyo vital de mí ser, por su amor y por brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente, a mis amigos, compañeros, docentes y todas aquellas personas que de una manera u otra fueron participes para el logro de mis objetivos.

**Salazar Santillán Jorge**

### **DEDICATORIA:**

Dedico el desarrollo de este proyecto tecnológico primordialmente a mis padres, Bolívar Sánchez y Lilian Freire quienes han sido el motor de apoyo para poder realizarme como una mejor persona y poder darme la oportunidad de prepararme como una persona profesional, y al resto de mi familia por estar siempre brindándome su apoyo incondicionalmente quienes todos me han brindado su cariño, agradezco a mis amigos, compañeros, docentes y demás personas que han sido parte del desenvolvimiento en el proceso de preparación como una persona personal.

**Sánchez Freire Liviston**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y a la Virgen del Cisne por todas sus bendiciones que me fortalecen día a día y por permitirme dar un gran paso hacia mi meta propuesta. A mi tutor de titulación Ing. Juan José Paredes que sin su ayuda y conocimientos no hubiese sido posible realizar esta propuesta tecnológica, a la PhD. Mayra D'Armas que gracias a su conocimiento y asistencia se pudo concluir con éxito. A la prestigiosa UNEMI por darme la oportunidad de pertenecer a este gran grupo, a mis compañeros de clase con los que he compartido grandes momentos y a todos los docentes de la Facultad Ciencias de la Ingeniería fundamentales en mi preparación, y siempre agradecido con mi familia y amigos que con su apoyo hicieron realidad mi carrera como Ingeniero Industrial.

**Salazar Santillán Jorge**

## **AGRADECIMIENTO:**

Agradezco a Dios por todas las bendiciones brindadas por poder darme la fuerza de voluntad necesaria para lograr alcanzar a cumplir mi meta. A mi tutor de titulación Ing. Juan José Paredes que sin su ayuda y conocimientos no hubiese sido posible realizar esta propuesta tecnológica, a la PhD. Mayra D'Armas que gracias a su conocimiento y asistencia se pudo concluir con éxito. A la prestigiosa UNEMI por darme la oportunidad de pertenecer a este gran grupo, a mis compañeros de clase con los que he compartido grandes momentos y a todos los docentes de la Facultad Ciencias de la Ingeniería fundamentales en mi preparación, y siempre agradecido con mi familia y amigos que con su apoyo hicieron realidad mi carrera como Ingeniero Industrial.

**Sánchez Freire Liviston**

## ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR.....	¡Error! Marcador no definido.
APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	¡Error! Marcador no definido.
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR .....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
RESUMEN.....	6
ABSTRACT .....	7
1.1. PROBLEMA.....	10
1.2. Objetivos de la investigación.....	12
1.3. Justificación:.....	13
2.1. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO.....	14
2.2. Características del algoritmo .....	14
2.3. Propiedades de los algoritmos .....	15
2.4. Problema del camino más corto.....	16
2.4.1. Algoritmo de Dijkstra.....	16
2.5. El problema del viajante .....	17
2.5.1. Método del Vecino más cercano .....	18
2.6. Problemas de rutas para vehiculos.....	18
2.6.1. Programa lineal entera mixta (MILP) .....	19
3.1. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	20
4.1. DESARROLLO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	22
5.1. ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA .....	25
5.2. CONCLUSIÓN .....	27
5.3. RECOMENDACIONES .....	28
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	29
5.4. BIBLIOGRAFÍA.....	29

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura: 1 Inicio de pantalla .....</b>	<b>22</b>
<b>Figura: 2 Ingreso de datos para la obtención de rutas.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura: 3 Programación Visual Basic.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura: 4 Resultados y obtención de ruta óptima.....</b>	<b>24</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<b>Análisis técnico económico.....</b>	<b>25</b>
----------------	--	-----------

## **Título de la Propuesta Tecnológica: Propuesta de herramienta didáctica de algoritmos aplicados a problemas logísticos**

### **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación se basa en el diseño de una herramienta didáctica de algoritmos aplicados a los problemas logísticos lo cual tiene como objetivo fortalecer el aprendizaje de los estudiantes de la Universidad Estatal de Milagro “UNEMI” de la carrera ingeniería industrial, una de las finalidades de la creación del prototipo didáctico es que permite al estudiante resolver problemas logísticos con resultados eficientes.

El diseño del prototipo fue creado en el Software Microsoft Excel, lo cual se convierte en una herramienta accesible para los estudiantes. A través del simulador se podrá resolver ejercicios tales como; Problema del camino más corto lo cual consiste en encontrar un destino óptimo entre dos puntos de manera más rápida y eficiente, permitiendo una mejor comprensión de las clases impartidas a través de los docentes.

**PALABRAS CLAVE:** diseño, logística, prototipo didáctico, aprendizaje.

**Title of the Technological Offer: Proposed didactic tool of algorithms applied to logistical problems**

**ABSTRACT**

This research work is based on the design of a didactic tool of algorithms applied to logistical problems which aims to strengthen the learning of the students of the State University of Milagro "UNEMI" of the race Industrial Engineering, one of the purposes of the creation of the didactic prototype is that it allows the student to solve logistic problems with efficient results.

The prototype design was created in Microsoft Excel Software, which becomes an accessible tool for students. Through the simulator it will be possible to solve exercises such as; Problem of the shortest way which is to find an optimal destination between two points in a faster and more efficient way, allowing a better understanding of the classes taught through the teachers.

**KEY WORDS:** Design, logistics, didactic prototype, learning, software.

## **Introducción**

En el desarrollo del presente texto, se va a diseñar una herramienta didáctica de algoritmos aplicados a la resolución de problemas logísticos, para estudiantes en la Universidad Estatal de Milagro “UNEMI” con la finalidad de facilitar una herramienta de aprendizaje a los estudiantes, que será impartida por los docentes de acuerdo a la materia correspondiente. El diseño de la herramienta será realizada en un software muy conocido que es Microsoft Excel, una herramienta muy accesible a los estudiantes que les permitirá resolver problemas tales como:

- Problema del camino más corto
- El problema del viajante
- Problemas de rutas para vehículos

El prototipo resolverá estos tipos de problemas a través de algoritmos que se encuentran en el simulador, mostrando al estudiante resultados eficientes con claras alternativas de solución, para así al momento de los docentes impartir las clases puedan explicar mediante una visualización grafica la resolución de una manera más fácil, poder entender y tomar la decisión correcta al momento de elegir la solución más óptima de acuerdo al problema que se haya decidido resolver.

La herramienta didáctica es de fácil manipulación tanto para los docentes como para los estudiantes, en el caso de los estudiantes es mucho más beneficioso porque con ella podrán los estudiantes tener una mayor captación de aprendizaje a través de la herramienta, debido a que es muy accesible con alternativas de resolución de problemas, en los docentes será mucho más factible al momento de enseñar porque a través de la simulación podrán explicar por partes las resoluciones óptimas, mostrando claramente las alternativas de solución y explicando cual es la mejor opción en la toma de decisiones. La respuesta del porque se ha decidido tomar esta alternativa de solución, es debido a que los estudiantes puedan mejorar su aprendizaje tomando la decisión correcta cuando se les presente algún problema en este tipo de casos.

En este proyecto se va a desarrollar en función de 5 capítulos, en el primer capítulo se describe el problema, los objetivos y la justificación del porque se realizar la presente propuesta, en el segundo capítulo se describe los antecedentes y marco teórico de todo el contenido de la investigación, en el tercer capítulo se desarrolla el análisis de alternativas de solución que el cual muestra las metodologías de cómo resolver los

problemas logísticos de diferente manera dando a conocer las distintas alternativas de solución, en el cuarto capítulo se estructura el desarrollo de la presente propuesta tecnológica donde se muestra los procesos de elaboración en la cual se efectúa el diseño y la programación y complementando la investigación en el quinto y último capítulo se presenta el análisis técnico económico.

# CAPÍTULO 1

## 1.1.PROBLEMA

Esta propuesta está enfocada en elaborar una herramienta didáctica para mejorar la experiencia del aprendizaje de los estudiantes, dado que existe otro tipo de software muy reconocido por empresas importantes tales como: APPLE, GOODYEAR, VOLVO etc. Este tipo de software FLEXSIM es de difícil acceso y su prueba de gratuidad no es relevante por su pronta limitación, también por tener un alto costo debido a su alto reconocimiento, al igual que los programas: WIN QSB que es una herramienta que permite facilitar la toma de decisiones, pero se limita debido a que solo se realiza con sistema Windows 8 por lo que su uso no es apto para las actualizaciones más recientes como lo es Windows 10 que actualmente es el más usado. Y POMQM caracterizado por realizar análisis matemáticos rápido, pero su limitación se debe al inglés que maneja este sistema como único idioma y al costo de su licencia que tiene un valor no accesible para Pymes, en consideración con nuestro sistema ALGORITHMLOG se ha decidido implementar un prototipo de herramienta didáctica realizada en Microsoft Excel, que nos permitirá realizar la ejecución de algoritmos para la resolución de los siguientes problemas: VRP, SPP, TPS, esta herramienta ayudará al docente poder explicar y demostrar de una manera más sencilla y concreta a través de la resoluciones con algoritmos logísticos.

En la logística existen muchos problemas como el de la distribución de la mercadería, que trata de buscar la ruta más óptima al momento de proceder a distribuir los productos, esto se debe a que las empresas no han desarrollado una buena planificación de ruta, el problema de la logística existe desde muchos años atrás como por ejemplo Euler que planteo un problema hace más de 100 años atrás.

El problema consiste en transportar con el menor coste posible, y que el tiempo de entrega sea más rápido y eficiente para así satisfacer las necesidades del cliente. Para solucionar este problema, se basa concretamente en el desarrollo de algoritmos logísticos, los mismos que nos ayudan a obtener alternativas de rutas mediante el desarrollo de fórmulas y datos obtenidos, la información necesaria sirve para visualizar las opciones de rutas más óptimas en la toma de decisiones de distribución física del producto para su entrega final. Las demoras en las entregas de productos es un problema muy común, pues en las empresas se dan por la falta del desarrollo de técnicas de

mejoramiento de entregas a tiempo, y la falta de investigación de alternativas de solución en la toma de decisiones, debido a la elección de la ruta más óptima para la distribución del producto.

El problema se dio cuando las empresas se vieron afectadas al momento de entregar sus productos con cierto tiempo de demora, lo cual los clientes no estaban satisfechos por el tiempo de tardanza y en algunos casos los productos llegaban con algún daño por haber sido transportado por rutas que pueden deteriorar, o afectar al producto mediante el transporte del mismo, es ahí cuando las empresas se dieron cuenta que necesitaban mejorar el tiempo de entrega y que sus productos lleguen en buen estado, para esto desarrollaron investigaciones obteniendo datos que le ayudarían al desarrollo de los Algoritmos Logísticos, el cual su función es obtener rutas más cortas para el traslado del producto, dándole así otras alternativas de elección al momento de elegir la mejor ruta. Se puede seleccionar la ruta de acuerdo a los productos que tengan que entregar o por selección del menor tiempo posible de distribución.

## **1.2.Objetivos de la investigación**

### **Objetivo general:**

- Diseñar un prototipo como herramienta didáctica de algoritmos mediante el programa de Microsoft Excel, que permita mejorar la resolución de problemas logísticos, en la Universidad Estatal de Milagro

### **Objetivos específicos:**

- Establecer la técnica apropiada para el diseño de la herramienta didáctica de algoritmos logísticos.
- Identificar los beneficios del uso de la herramienta didáctica de algoritmos.
- Fortalecer el nivel de aprendizaje de los estudiantes de la carrera de ingeniería industrial, mediante el uso del prototipo como herramienta didáctica de algoritmos logísticos.
- Realizar pruebas del correcto funcionamiento del prototipo desarrollado en Microsoft Excel a través de la programación de Visual Basic.

### **1.3.Justificación:**

En la actualidad existen muchos factores que dificultan el aprendizaje de los estudiantes influyendo el bajo rendimiento académico. Una de las técnicas más utilizadas por los docentes son las herramientas didácticas las cuales constituyen un conjunto de actividades mediante programas tecnológicos, facilitando el aprendizaje e incrementando el interés de los estudiantes.

Un docente que imparte determinada materia requerirá justificar todo lo expuesto teóricamente, por ello se justifica el diseño de la propuesta tecnológica como herramienta didáctica de algoritmos mediante el programa de Microsoft Excel, fortaleciendo el nivel de aprendizaje de los estudiantes de la carrera de ingeniería industrial, mediante el uso de algoritmos logísticos.

Mediante el diseño de la herramienta didáctica se busca desarrollar habilidades de los estudiantes para analizar y comprender problemas logísticos, facilitando el aprendizaje de manera eficiente. La creación de dicha herramienta didáctica ayudará de manera directa a la formación de los estudiantes de la carrera de ingeniería industrial, así beneficiará al personal docente al momento de impartir las clases de cátedra de logística.

Los recursos tecnológicos hoy en día son piezas claves para agilizar el proceso de aprendizaje, despertando el interés y motivación en los estudiantes en el desarrollo de las actividades de problemas logísticos.

De hecho, existen muchos procesos competitivos los cuales se ve la necesidad de crear herramientas didácticas y garantizar el proceso sobre la ejecución de las tareas mediante una buena toma de decisiones.

Esta propuesta tecnológica tiene como principal función contribuir directamente en el campo educativo, debido a estrategias metodológicas dentro del aprendizaje y la enseñanza lo que hace valioso el aprendizaje y enseñanza.

Para su diseño se consideró Visual Basic, ya que es un lenguaje de programación que permite crear y diseñar programas de manera sencilla y rápida para los sistemas de Microsoft, debido a las múltiples herramientas y complementos que permiten aminorar las tareas que se va desarrollando, también se caracteriza por realizar un gran número de tareas de cualquier nivel de complejidad sin ningún problema.

## CAPÍTULO 2

### 2.1. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

Según (Urbaez, Wilder, 2005) menciona la siguiente definición sobre los algoritmos: “Un algoritmo es una serie de pasos organizados que describe el proceso que se debe seguir, para dar solución a un problema específico”. Hace énfasis en que es un conjunto ordenado de instrucciones bien determinadas y restringidas, las cuales permiten llevar a cabo una acción mediante pasos continuos para no generar dudas al momento de ejecutar dicha actividad.

Por otro lado (Estrella, 2009) enfatiza que: “Un algoritmo es una ciencia de las matemáticas, de la computación y disciplinas relacionadas, que se encuentra bien definida, regulada y restringida de operaciones que permita encontrar la solución a un problema”. Esto indica que las personas emplean algoritmos en sus vidas cotidianas con la finalidad de resolver diversos problemas y llegar a una solución.

Se puntualiza como un conjunto de normas que se usa de forma sistemática para el ingreso apropiado de datos de entrada, puesto que es elemental en resolver problemas en un número finito de procedimientos básicos. “Es importante notar que el algoritmo tiene que ser finito y que ejecuta las instrucciones de manera sistemática, es decir, que es ciego ante lo que está haciendo, y que los pasos con los que opera son elementales”(Fanjul, 2018).

Los algoritmos se definen de forma genérica e informal que debe seguir secuencias de pasos o tareas que sirve para resolver problemas determinados en un punto fijo. Los algoritmos constituyen la documentación principal que se necesita para poder iniciar la fase de codificación. Un algoritmo es una herramienta que permite resaltar aspectos importantes de una situación (Saldarriaga, 2017).

### 2.2. Características del algoritmo

Todo algoritmo debe seguir las siguientes características, las cuales indica de manera precisa una serie de pasos de forma ordenada para su realización.

- Algoritmo definido: un algoritmo es seguido dos veces, por ende, se obtiene el mismo resultado cada intento ejecutado,

- Algoritmo finito: un algoritmo finito en algún momento se tiene que terminar, por ello debe tener un número finito de pasos y;
- Algoritmo legibles: al describir el algoritmo legible se debe ser claro, tal que se pueda comprender fácilmente (Avalos Flores, 2010).

Un algoritmo debe definir tres partes.

- **Entrada:** se indica todos los elementos que se van a utilizar para resolver el problema.
- **Proceso:** serie de pasos para resolver el problema y;
- **Salida:** el resultado solución del problema.

### 2.3. Propiedades de los algoritmos

Las propiedades esenciales de los algoritmos sirven como guías para continuar con su debida elaboración, puesto que se accede a un óptimo desarrollo de problemas.

1. Enunciado del problema: debe ser claro y conciso, puesto que se debe conocer precisamente lo que se desea que ejecute el sistema para no tener errores y contratiempos que dificulten avanzar en el proceso
2. Análisis de la solución general: una vez entendido el problema, se debe realizar una serie de análisis las cuales consisten en,
  - Datos de entradas que nos proveen.
  - Lo que se quiere ejecutar con la finalidad de conseguir los resultados deseados.
  - Datos y efectos deseados.
  - Formulas, áreas de trabajo y otros recursos que sean de gran necesidad.
  - Delimitar contextos si existen (Galarza, 2012).

Para Ferrel, Hirt, Adriaenséns, Flores y Ramos (2004) la logística es "una función operativa importante que comprende todas las actividades necesarias para la obtención y administración de materias primas y componentes, así como el manejo de los productos terminados, su empaque y su distribución a los clientes".

Según Lamb, Hair y McDaniel (2002) indica que la logística es "el proceso de administrar estratégicamente el flujo y almacenamiento eficiente de las materias primas, de las existencias en proceso y de los bienes terminados del punto de origen al de consumo".

## **2.4. Problema del camino más corto**

El problema del camino más corto es una ruta que consiste en encontrar un destino óptimo entre dos puntos, existen varios algoritmos que son útiles para buscar una solución sobre el problema del camino más corto (Mager Hois, 2014).

El problema del camino más corto incluye un juego de nodos, lo cual consiste en un punto de intersección de varios elementos en un mismo lugar. El objetivo de este modelo de rutas es determinar y minimizar un camino de conexiones desde el origen hasta el destino del problema.

Este tipo de problemas pueden ser resueltos por intermedio del método Simplex, lo cual es usado con la finalidad de resolver problemas algorítmicos mediante un conjunto de métodos analíticos, sin embargo, existen otros métodos más eficientes por ejemplo el algoritmo de Dijkstra o el algoritmo de Bellman-Ford, fundamentales al momento de ser empleados para hallar una ruta mínima entre dos puntos.

La teoría de grafos o problemas del camino más corto es una ciencia matemática que estudia los Grafos, estas son estructuras matemáticas para modelar relaciones pares entre objetos. Un grafo se compone de vértices, nodos o puntos que están conectados por aristas, arcos, y bordes (Verbel De Leon, 2018).

Dijkstra es un algoritmo eficiente el cual permite hallar el camino de coste mínimo desde un nodo que da origen a todos los demás nodos del grafo. Fue diseñado por el holandés Edsger Wybe Dijkstra en 1959 (Sánchez Torrubia & Lozano Terrazas, 2001).

### **2.4.1. Algoritmo de Dijkstra**

El algoritmo Dijkstra es el algoritmo que resuelve el problema de la búsqueda del mejor camino de un único nodo de partida hacia todos los nodos del gráfico, y es hasta el momento el algoritmo más veloz, para este caso con optimizaciones posteriores (Mager Hois, 2014).

El cimiento sobre el que se basa este algoritmo es el principio de optimizar, si el camino más corto entre los puntos “*u*” y “*v*” pasa por el punto “*w*”, entonces la parte del camino que va de “*w*” a “*v*” debe ser el camino más corto entre todos los caminos que van de “*w*” a “*v*”. De esta manera, se van construyendo sucesivamente los caminos de coste mínimo desde un punto inicial hasta cada uno de los puntos del grafo, y se utilizan los caminos conseguidos como parte de los nuevos caminos.

Según López Ramón, indica que “el algoritmo de Dijkstra, también llamado algoritmo de caminos mínimos, es un tipo de algoritmo que determina el camino más corto dado en un punto inicial del resto de puntos en un grafo con pesos en cada arista”. Este algoritmo es representado por Edsger Dijkstra, quien lo publicó por primera vez en el año 1959 y es por ello el nombre del mismo. Este algoritmo fue creado con la finalidad de acortar el tiempo de procesos desde el punto de origen, mediante los vértices que contiene el grafo.

Dijkstra es una estructura muy importante, debido a que proporciona información a los nodos sobre algún problema con la finalidad de decisiones favorables para la solución de la misma. Dijkstra elige la ruta más corta de las posibles opciones, lo que conlleva a expandirse mejor, ya que cada enrutador calcula las trayectorias de manera independiente, por tanto, es más probable encontrar la mejor solución del camino más corto en el tráfico global (Revenga, 2008).

## **2.5.El problema del viajante**

Según (Infantes, Miguel, 2018) menciona que el primer uso del término Problema del viajante o del vendedor ambulante en los círculos matemáticos podría datarse en 1931-32. No sabemos quién introdujo el TSP en las Matemáticas, pero no hay duda de que Merrill Flood es el máximo responsable de difundirlo dentro de la comunidad. Fue exactamente en los años 30 cuando Merrill Flood de la Universidad de Harvard se dio inicio a este problema del viajero cuando tuvo la tarea de encontrar una ruta óptima de un bus escolar.

En el Problema del Agente Viajero - TSP (Travelling Salesman Problem), uno de los objetivos principales es hallar un recorrido que permita conectar todos los nodos de una red entre sí, con solo visitarlos tan solo una vez, minimizando la distancia total de la ruta mediante el tiempo total del recorrido. El tipo de problemas (agente viajero) es de gran uso en el ambiente de laboral de logística y distribución, también de gran utilidad para la programación de curvas en producción de una actividad (Salazar López, 2016).

Uno de los problemas más destacados y con alta complicación de las ciencias informáticas es el problema del viajero, puesto que ha tenido preferencia por las diversas ramas de la ingeniería, debido a su vital importancia que es el ruteo de los diferentes aspectos, cabe mencionar que un proceso que conlleva un orden específico o una distribución de perfil logístico en la que son participes elementos de transporte, buscan mejor rutas con aspectos económicos referente a distancia o costos, todo este

sistema se utiliza con el fin de proporcionar soluciones y optimizar tareas en los distintos ámbitos.

### **2.5.1. Método del Vecino más cercano**

La búsqueda del vecino próximo es una técnica muy utilizada en reconocimiento de formas. Dado un conjunto de prototipos cuya clasificación se conoce, una muestra se clasificará en la clase donde se encuentre el prototipo cuya distancia a la muestra es mínima. Estos algoritmos han sido diseñados para mejorar las prestaciones del algoritmo AESA propuesto por Vidal en 1986 (Micó Andres, 2018).

- Calcula un número medio de distancias constante respecto al tamaño del conjunto de prototipos para encontrar el vecino más próximo y,
- No necesita la representación de dichos prototipos en un espacio vectorial (Micó Andres, 2018).

Un algoritmo es heurístico cuando la solución no se determina en forma directa, sino mediante ensayos, pruebas y reensayos. El método consiste en generar candidatos de soluciones posibles de acuerdo a un patrón dado; luego los candidatos son sometidos a pruebas de acuerdo a un criterio que caracteriza a la solución. Si un candidato no es aceptado, se genera otro; y los pasos dados con el candidato anterior no se consideran (Silva Bijit, 2003).

El método del vecino más cercano es un algoritmo heurístico, lo cual es una técnica que planteada para solucionar el problema del viajante de manera rápida cuando los métodos empleados son lentos, aunque esta técnica no asegura llegar a una solución óptima, sin embargo, suele proporcionar buenas soluciones. Un método que tiene mucha similitud al método utilizado en el árbol de problema de expansión mínima es el método de desarrollo, puesto que este se encarga en solucionar los problemas específicos presentados en una actividad (Salazar López, 2016).

### **2.6. Problemas de rutas para vehículos**

El problema de enrutamiento surge por primera vez en el año de 1959, por Dantzig y Ramser, quienes fueron los pioneros, describiendo una aplicación real de la entrega de combustible a las múltiples estaciones de servicio, planteando una fórmula matemática que permitía conocer las rutas óptimas para un conjunto de vehículos que parten de un punto a otro para satisfacer las necesidades que se encontraban dispersos

geográficamente. Años después, Clarke y Wright formularon el primer algoritmo que resultó efectivo para resolverlo los problemas de rutas para vehículos, dando comienzo a grandes investigaciones y trabajos en el área de ruteo dando soluciones en la búsqueda de métodos que sean cada vez más eficientes. (Daza, Montoya, & Narducci, 2009).

El modelo de algoritmo de ruteo para vehículos, su éxito se debe en gran parte a los avanzados sistemas informáticos, puesto que el poder de los sistemas de cómputo y ser bajo en costos han permitido disminuir tiempos al momento de ejecutar los algoritmos. Aunque el constante desarrollo de los sistemas informáticos geográficos juega papeles fundamentales con la finalidad de realizar una correcta interacción de algoritmos y modelos con dichos encargados de efectuar la planificación.

### **2.6.1. Programa lineal entera mixta (MILP)**

Es una técnica que permite modelar y resolver problemas cuya característica principal es que el conjunto de soluciones factibles.

Cornejo (2005) indica que “un modelo de programación lineal entera como aquel donde las variables son números enteros no negativos”.

La Programación Lineal es una de las técnicas de optimización más importantes de la investigación de operaciones. Esta técnica utiliza un modelo de programación matemática para describir el problema (Niño López , 2003).

## CAPÍTULO 3

### 3.1. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

La implementación de la resolución de los problemas logísticos planteados en el capítulo anterior, está basada en ser una herramienta didáctica para facilitar a los estudiantes el aprendizaje y el entendimiento de una forma más relevante en la resolución de problemas logísticos con demostraciones gráficas para la selección de la mejor alternativa de solución existen otros tipos de software como: POMQM Y WINQSB. Estos software fueron desarrollados para la simulación de problemas logísticos entre otros. FLEXSIM es una herramienta de simulación que nos ayuda a resolver varios problemas como el de cadena de suministro, transporte, tráfico en carretera y entre otros, la diferencia de nuestro simulador es por el fácil acceso, debido a que FLEXSIM se lo puede descargar pero tiene un tiempo limitado de gratuidad, y desde luego tiene un costo para poder acceder a la herramienta. En cambio nuestra herramienta “ALGORITHMLOG”, es accesible basaba en que es de forma gratuita y se puede desarrollar todas las operaciones sin ninguna limitación a la resolución de los problemas, nuestro simulador se basa en la simulación de procesos logísticos de mayor alcance que se pueden desarrollar de una manera factible, por motivo de la facilidad de poder manipular, basado en demostrar una presentación grafica donde se dé una opción más eficiente y accesible en el ámbito educativo, para que con ello los estudiantes puedan obtener una mayor captación del programa al momento de recibir sus clases y sepan operarlo de una manera rápida, a través del uso de notaciones matemáticas que se encuentran dentro del simulador que nos ayuda a resolver varios problemas con una mayor validez.

Este simulador se realizó basándonos en la resolución de problemas de asignación de rutas de vehículos, la selección del camino más corto y el problema del viajante. El objetivo es minimizar costos asociados en la toma de decisiones con una serie de restricciones, para la resolución de los problemas planteados se han empleado técnicas de búsqueda inteligente, con una profundización iterativa que permitan ir refinando progresivamente la calidad de una solución inicial, dada así cuanto mayor sea el tiempo

de optimización mejor será el resultado obtenido. Esto se realiza con la finalidad de que los docentes puedan explicar de una manera más práctica a través del simulador, e indicar a los estudiantes la resolución y la selección de la mejor opción del resultado que se obtiene al ejecutar dicho simulador, para que así los estudiantes al momento de encontrarse con algún tipo de problemas como los antes mencionados en un trabajo, tengan la facilidad de resolverlo de una manera rápida y demuestren la mejor forma de hacer el trabajo mediante las opciones mostradas en el simulador.

### **Criterios**

Nuestro simulador llamado Algorithmlog a diferencia de otros tipos de simulador como: FLEXSIM, POMQM y WINQSB. Es de mayor acceso a todo tipo de personas en esencial se lo desarrollo para mejorar el desempeño de los estudiantes con las ventajas de poder resolver problemas logísticos accesible para todo tipo de sistemas operativos sin ningún costo a diferencia de nuestra competencia que cierto simulador como lo es POMQM es un programa desarrollado únicamente en inglés el cual tiene costo por adquirirlo en cambio FLEXSIM es muy caro de adquirirlo debido a que es usado por empresas muy reconocidas, y el WINQSB es un simulador que solo se puede utilizar hasta Windows 8 porque no existen más actualización para los nuevos sistemas operativos.

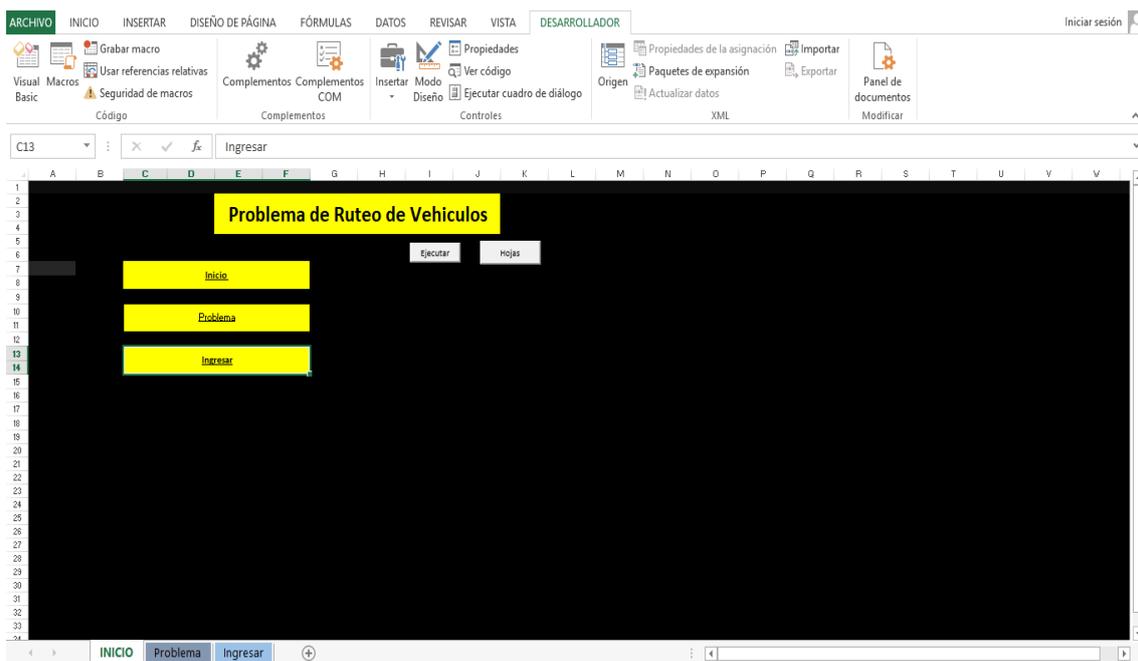
## CAPÍTULO 4

### 4.1. DESARROLLO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Los cambios que se generan día a día, son relevantes internamente de la formación educativa debido a las múltiples evoluciones que se suministran dentro del aprendizaje, se debe tomar en cuenta lo que presentan las novedades tecnológicas que son esenciales para la innovación de nuevas formas de impartir la enseñanza, a tal punto de llegar a conseguir la excelencia y progreso académico.

En el modelo del desarrollo de la propuesta tecnológica basado en la obtención de resultados, a través de la implementación de Algoritmos Logísticos que fue desarrollado por medio de una solución en Microsoft Excel, se desarrolló una herramienta el cual muestra un simulador que nos ayuda a obtener resultados mediante fórmulas aplicadas para la definir las rutas de distribución de producto, dándonos alternativas de selección y poder visualizar la mejor opción al momento de decidir o elegir la ruta más óptima. Esta dependerá del producto que sea trasladado para así seleccionar la correcta.

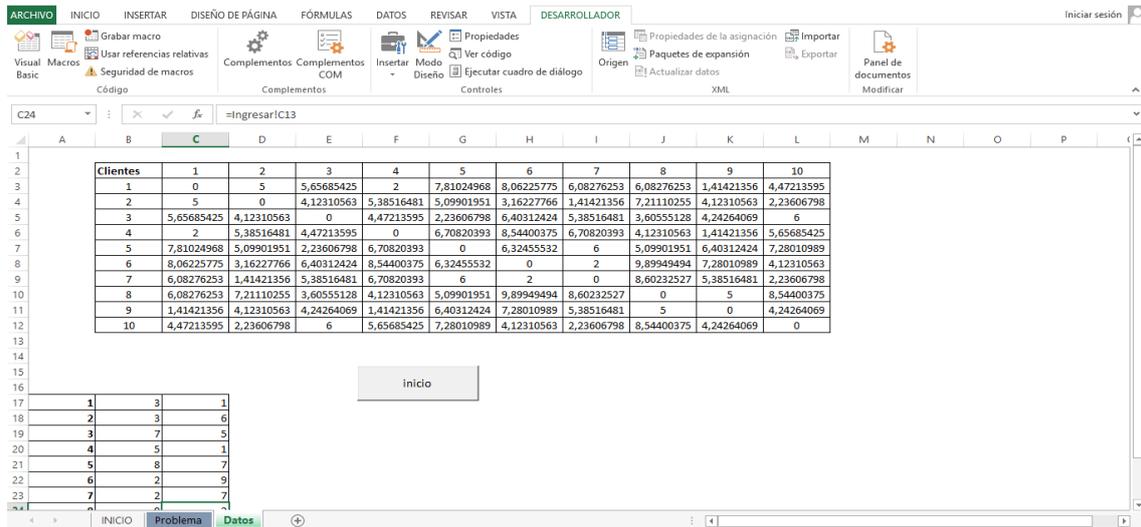
*Figura: 1 Inicio de pantalla*



**Fuente:** Autores de investigación

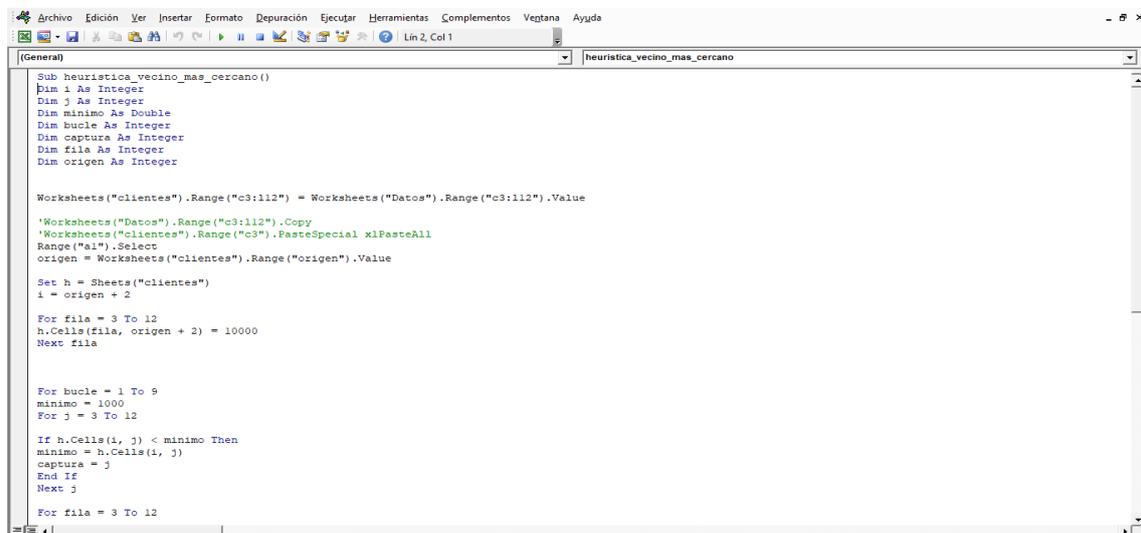
Crear hipervínculos de acceso directo para poder ingresar a las hojas de cálculo y de resultado, por lo cual se creó determinados botones para la resolución directa del problema.

**Figura: 2 Ingreso de datos para la obtención de rutas**



**Fuente:** Autores de investigación

En la hoja de datos se realiza el respectivo ingreso de valores que nos da el problema en el cual se va a resolver mediante el simulador Algorithmlog, para obtener los resultados más óptimos.

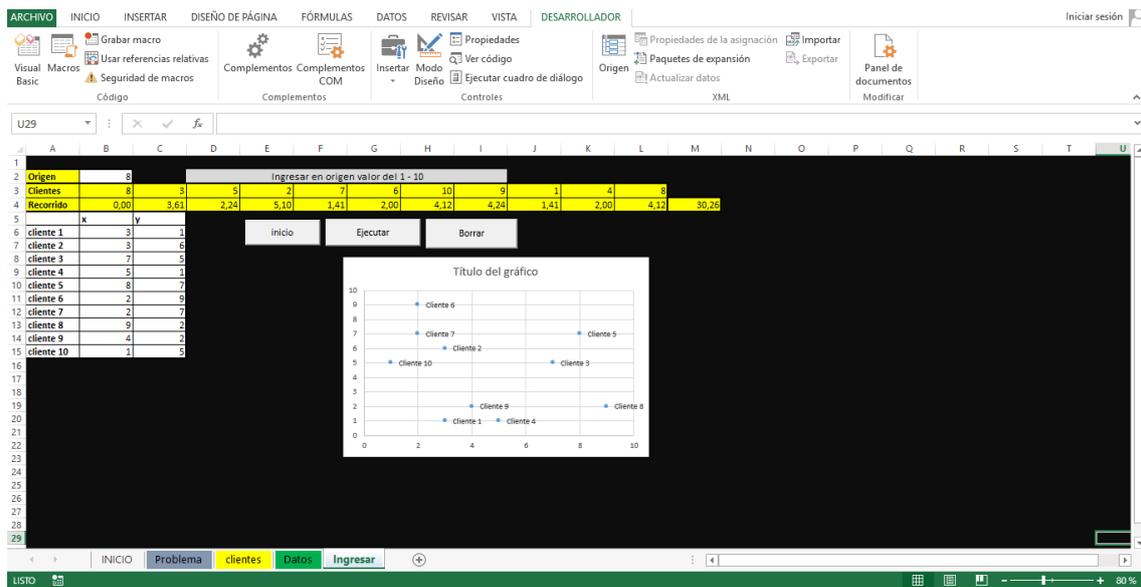


**Figura: 3 Programación Visual Basic**

**Fuente:** Autores de investigación

Se desarrolló la debida programación en Visual Basic para poder resolver los problemas

**Figura: 4 Resultados y obtención de ruta óptima**



logísticos.

**Fuente:** Autores de investigación

En esta hoja seleccionamos la ruta que se va a iniciar el camino por donde se debe recorrer de una manera más rápida y eficiente en el cual nos muestra los kilómetros a recorrer de donde inicia y a donde termina.

## CAPÍTULO 5

### 5.1. ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

<b>DETALLE</b>	<b>%</b>	<b>ALGORITHMLOG</b>	<b>POMQM</b>	<b>WINQSB</b>
<b>PRECIO</b>	30%	0,3	0,3	0,25
<b>IDIOMA</b>	15%	0,15	0	0,15
<b>SISTEMA OPERATIVO</b>	40%	0,4	0,4	0,03
<b>FLEXIBILIDAD</b>	15%	0,15	0,1	0
	100%	100%	80%	43%

En el siguiente análisis técnico financiero sobre el diseño de la herramienta didáctica “Algorithmlog” se detalla los costos que se realizaron en todo el proceso, el desarrollo de la herramienta fue realizado por dos personas especializadas en ingeniería industrial, los cuales en cuestión de un mes dieron fin a dicho prototipo. En el análisis también se detalla los sueldos, viáticos y servicios básicos para facilitar la comodidad en el desempeño de la implementación de la herramienta didáctica para poder conocer valores exactos que se han tomado en cuenta.

<b>Tabla 1 Análisis técnico económico (Tres días)</b>							
<b>Datos</b>		<b>Personas</b>	<b>Labor Diario</b>			<b>Egreso Semanal(x3)</b>	<b>Egreso Mensual</b>
			<b>Horas/Diaria</b>	<b>Costo/Hora</b>	<b>Valor/diario</b>		
<b>Gastos Operacionales</b>							
Sueldos y Salarios		2	8	8	128	384	1536
<b>Gastos Generales de Funcionamiento</b>	<b>Valor</b>	<b>Personas</b>	<b>Horas/Diaria</b>	<b>Costo/Hora</b>	<b>Valor/diario</b>	<b>Egreso Semanal(x3)</b>	<b>Egreso Mensual</b>
Viáticos	15	2	8	1,875	30	90	360
Varios	10	2	8	1,25	20	60	240
						<b>Total.</b>	2136

## **CONCLUSIÓN**

Se ha llegado a la conclusión con la mayor satisfacción de conocer acerca de algoritmos logísticos mediante programación de Visual Basic para el desarrollo de problemas logísticos con la obtención de resultados óptimos y concretos, esta herramienta nos permitirá poder dar una mejor atención de aprendizaje a los estudiantes a través del prototipo con alternativas de solución y formas de resolución para así seleccionar la mejor respuesta posible.

Al emplear nuevas estrategias educativas, se da paso a una mejora en el proceso de la metodología de estudio en la facultad de ciencias de la ingeniería en la Universidad Estatal de Milagro, desarrollando correctamente habilidades en la asignatura.

Realizar las clases con una metodología distinta a través de procesos logísticos para poder capacitar a los estudiantes de una manera más dinámica y activa, con el fin de poder preparar a los estudiantes a través de revisión de pruebas del desarrollo del prototipo mostrando resultados con otras maneras de solución al momento de tomar una decisión en el instante de resolver el problema que se presente.

## **RECOMENDACION**

La persona encargada de impartir la forma de uso del programa debe estar capacitado actualmente debido a las constantes actualizaciones y mejoras de programas logísticos, el cual debe adquirir nuevas estrategias que le ayuden a la instrucción de dicha asignatura, esto puede hacerlo mediante seminarios o talleres que ayuden a elevar su capacidad.

Al momento de planificar el docente encargado de impartir dicha cátedra, deberá seleccionar los contenidos y los objetivos que sean de la manera más precisa, debido a que estos serán adecuados con la estrategia metodológica que se vaya a recurrir, con la finalidad de que el alumno observe y entienda la programación estructurada en el simulador.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### BIBLIOGRAFÍA

- Avalos Flores, I. (2010). Introducción a la programación. *Universidad autónoma de NAYARIT*.
- Daza, J. M., Montoya, J., & Narducci, F. (2009). RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA DE ENRUTAMIENTO DE VEHÍCULOS CON LIMITACIONES DE CAPACIDAD UTILIZANDO UN PROCEDIMIENTO METAHEURÍSTICO DE DOS FASES. *Escuela de Ingeniería de Antioquia*, 24-25.
- Fanjul, S. (2018). Matemáticas En realidad, ¿qué es exactamente un algoritmo? *Retina* .
- Galarza, Z. (2012). Algoritmos. *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO*.
- Mager Hois, J. M. (2014). El problema del camino mas corto sobre la red del metrobus y del metro de la Ciudad de Mexico (Solucion por Dijkstra y Simplex Dual). *JMM Hois*, 1.
- Micó Andres, M. L. (2018). *Universidad Politecnica de Valencia*. Obtenido de Universidad Politecnica de Valencia:  
[https://www.researchgate.net/profile/Jose\\_Oncina3/publication/242214900\\_Algoritmos\\_de\\_busqueda\\_de\\_vecinos\\_mas\\_proximos\\_en\\_espacios\\_metricos/links/00b4952948536ea588000000/Algoritmos-de-busqueda-de-vecinos-mas-proximos-en-espacios-metricos.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jose_Oncina3/publication/242214900_Algoritmos_de_busqueda_de_vecinos_mas_proximos_en_espacios_metricos/links/00b4952948536ea588000000/Algoritmos-de-busqueda-de-vecinos-mas-proximos-en-espacios-metricos.pdf)

- Niño López , M. L. (2003). Modelamiento a través de la programación lineal entera mixta del problema de programación de operaciones en el taller de trabajo. *Universidad Industrial de Santander*, 5.
- Revenga. (2008). Flujo en redes y gestión de proyectos: teoría y ejercicios resueltos, Firstedition, España. *Netbiblo*.
- Salazar López, B. (2016). *Ingeniería Industrial Online*. Obtenido de Ingeniería Industrial Online: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/investigaci%C3%B3n-de-operaciones/problema-del-agente-viajero-tsp/>
- Saldarriaga, J. (2017). Fundamentos de alogaritmo. *Scribd*.
- Sánchez Torrubia, G., & Lozano Terrazas, V. (2001). Algoritmo de Dijkstra. *Universidad Politecnica de Madrid* .
- Silva Bijit, L. (7 de julio de 2003). *Programacion en Pascal*. Obtenido de Programacion en pascal: <http://www2.elo.utfsm.cl/~lsb/pascal/clases/cap25.pdf>
- Verbel De Leon, A. (2018). *Grafos y Algoritmos*. Obtenido de Breve historia de la Teoría de Grafos: <http://micaminomaster.com.co/grafos-algoritmo/historia-teoria-grafos/>