



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

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

**PROPUESTA PRÁCTICA DEL EXAMEN DE GRADO O DE FIN DE
CARRERA (DE CARÁCTER COMPLEXIVO)
INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL**

**TEMA: REVISIÓN DOCUMENTAL DE LA APLICACIÓN DE META-
HEURÍSTICAS APLICADAS A LA PROGRAMACIÓN DE
PRODUCCIÓN DE UN TALLER DE TRABAJO (JOB SHOP)**

Autores: Gilson Oswaldo Ramos Zhunio

Ronald Darwin Freire Barrera

Tutor: Ing. Juan Paredes Quevedo

Milagro, 09 de mayo de 2019

ECUADOR

DERECHOS DE AUTOR

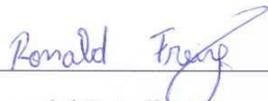
Ingeniero.
Fabricio Guevara Viejó, PhD.
RECTOR
Universidad Estatal de Milagro
Presente.

Yo, **RONALD DARWIN FREIRE BARRERA** en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la propuesta práctica de la alternativa de Titulación – Examen Complexivo: Investigación Documental, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la propuesta practica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación **DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVO 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 practica 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 09 días del mes de mayo de 2019



Firma del Estudiante
Ronald Darwin Freire Barrera
CI: 0941159683

DERECHOS DE AUTOR

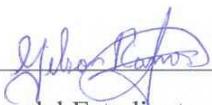
Ingeniero.
Fabricio Guevara Viejó, PhD.
RECTOR
Universidad Estatal de Milagro
Presente.

Yo, **GILSON OSWALDO RAMOS ZHUNIO** en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la propuesta práctica de la alternativa de Titulación – Examen Complexivo: Investigación Documental, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la propuesta practica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación **DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVO 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 practica 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 09 días del mes de mayo de 2019


Firma del Estudiante
Gilson Oswaldo Ramos Zhunio
CI: 0941607103

APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Yo, **Ing. Juan José Paredes Quevedo, MSc** en mi calidad de tutor de la Investigación Documental como Propuesta práctica del Examen de grado o de fin de carrera (de carácter complejo), elaborado por los estudiantes **Ronald Freire, Gilson Ramos**, cuyo tema de trabajo de Titulación es **Revisión documental de la aplicación de meta-heurísticas aplicadas a la programación de producción de un taller de trabajo (job shop)**, que aporta a la Línea de Investigación **Diseño de sistemas productivo y logísticos** previo a la obtención del Grado **Ingeniero industrial**; trabajo de titulación que consiste en una propuesta innovadora que contiene, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios 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 del Examen de grado o de fin de carrera (de carácter complejo) de la Universidad Estatal de Milagro.

En la ciudad de Milagro, a los 09 días del mes de Mayo de 2019.



Firma del Tutor

Ing. Juan José Paredes Quevedo, MSc

C.I.: 0705192045

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Ing. Juan José Paredes Quevedo, MSc.

Ing. Alberto Andrés León Batallas, MSc.

Ing. Luis Henry Torres Ordoñez, MSc.

Luego de realizar la revisión de la Investigación Documental como propuesta práctica, previo a la obtención del título (o grado académico) de **INGENIERO INDUSTRIAL** presentado por el /la señor (a/ita) **RONALD DARWIN FREIRE BARRERA**.

Con el tema de trabajo de Titulación: **REVISIÓN DOCUMENTAL DE LA APLICACIÓN DE META-HEURÍSTICAS APLICADAS A LA PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN DE UN TALLER DE TRABAJO (JOB SHOP)**.

Otorga a la presente Investigación Documental como propuesta práctica, las siguientes calificaciones:

Investigación documental	[75]
Defensa oral	[20]
Total	[95]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado)

Aprobado

Fecha: 09 de mayo del 2019.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos
Presidente	Ing. Juan José Paredes Quevedo
Secretario /a	Ing. Alberto Andrés León Batallas
Integrante	Ing. Luis Henry Torres Ordoñez

Firma



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Ing. Juan José Paredes Quevedo, MSc.

Ing. Alberto Andrés León Batallas, MSc.

Ing. Luis Henry Torres Ordoñez, MSc.

Luego de realizar la revisión de la Investigación Documental como propuesta práctica, previo a la obtención del título (o grado académico) de **INGENIERO INDUSTRIAL** presentado por el /la señor (a/ita) **GILSON OSWALDO RAMOS ZHUNIO**.

Con el tema de trabajo de Titulación: **REVISIÓN DOCUMENTAL DE LA APLICACIÓN DE META-HEURÍSTICAS APLICADAS A LA PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN DE UN TALLER DE TRABAJO (JOB SHOP)**.

Otorga a la presente Investigación Documental como propuesta práctica, las siguientes calificaciones:

Investigación documental	[75]
Defensa oral	[20]
Total	[95]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) Aprobado

Fecha: 09 de mayo del 2019.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos
Presidente	Ing. Juan José Paredes Quevedo
Secretario /a	Ing. Alberto Andrés León Batallas
Integrante	Ing. Luis Henry Torres Ordoñez

Firma



DEDICATORIA

Dedico las horas invertidas en mi estudio y culminación de ellos, principalmente a Dios que me dio fuerza y sabiduría para seguir adelante en cada dificultad que se presentó, a mis padres por el apoyo brindado día a día y dedicación que me brindaron principalmente su cariño que me hizo superar este peldaño de mi vida.

(Gilson Ramos)

A Dios Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor. A mi madre por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

(Ronald Freire)

AGRADECIMIENTO

Agradezco por este logro a Dios principalmente por toda la sabiduría que me supo brindar, a mis padres por todo el apoyo y sentimientos dados, a mis docentes que supieron ofrecer todo el conocimiento y paciencia en las aulas de clase, para poder lograr cumplir con gran satisfacción esta meta.

(Gilson Ramos)

Agradezco a Dios, a mis padres, mi familia, docentes y compañeros por el apoyo brindado para que este logro sea posible, porque fueron el impulso y motor de mi esfuerzo en la superación de esta etapa de mi vida.

(Ronald Freire)

INDICE

DERECHOS DE AUTOR	II
APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR.....	V
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR.....	VI
DEDICATORIA	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO 1.....	4
1. EL PROBLEMA.....	4
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.2. OBJETIVOS	6
1.2.1. Objetivo General.....	6
1.2.3. Objetivos específicos	6
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	7
CAPÍTULO 2.....	8
2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	8
2.1. Complejidad de los problemas.....	8
2.2. Job Shop.....	9
2.3. Los Metaheurísticos y la optimización combinatoria	10
2.4. Algoritmo de recocido simulado.....	11
2.5. Algoritmos genéticos	12
CAPÍTULO 3.....	13
3. METODOLOGÍA	13
3.1 Métodos y Materiales.....	13
CAPÍTULO 4.....	15
4. DESARROLLO	15
CAPITULO 5.....	20
5. CONCLUSIÓN.....	20
BIBLIOGRAFÍA	21

INDICE DE TABLAS

Diagrama de la metodología. Tabla 1	13
Autores con mayor número de artículos. Tabla 2	14
Autor con mayor numero de artículos. Tabla 3	15
Principales aportes a los modelos meta heurísticos Tabla 4.....	16

RESUMEN

La programación de la producción en ambientes de manufactura Job shop, es la situación problemática más difícil de solucionar ya que existe un gran índice de posibilidades que podrían considerarse en sucesión de pedidos. Se establecen los métodos que se basa en heurísticos para la antes mencionada programación de pedidos dentro del contexto Job shop a través de una investigación bibliográfica. Estos métodos permiten llegar a vías solucionarías que no solo se orienta en un problema, también para los que puedan surgir con el pasar del tiempo y de esta manera no se tenga que rehacer la configuración, este documento investigativo tiene como objetivo principal la exposición de complejos, pero algoritmos, que ayuden para las situaciones de Job shop, con la capacidad de solucionar de forma optimizada problemas de cierto grado y al mismo tiempo este puede calcular cotas mínimas importantes o como resolver problemas complicados en un tiempo mínimo utilizando pocos recursos de memoria. En concreto la actual investigación se ha interesado más por las dificultades Job Shop por medio de razonamiento que se basa en restricciones y formas de búsqueda heurística, obteniendo la resolución a la misma de diferentes modos.

Palabras claves: Heurística, Job Shop, Programación

ABSTRACT

The programming of the production in environments of manufacturing job shop, is one of the most complex problems to solve due to the high number of possibilities that can be considered in the sequencing of orders. We propose a methodology based on heuristic methods for scheduling orders in a job shop environment. The heuristic methods allow to obtain solutions not only for a particular problem, but for the new ones that arise without the need to make a new reconfiguration, this research work has the objective of presenting exact, efficient algorithms for job shop problems, capable of optimally resolve instances of the problem up to a certain size and calculate both non-trivial lower bounds as good solutions for more difficult instances in a short time and using scarce memory resources. Specifically, the research has focused on the problem Job Shop through heuristic search techniques and reasoning based on restrictions, has contributed to the resolution of this problem in several ways.

Keywords: Heuristic, Job Shop, programming

INTRODUCCIÓN

Es de gran magnitud, en la actualidad, hallarnos con dificultades de programación de tareas, mencionando que, este se muestra con frecuencia en la base de la reciente industria. Es ahí, que su optimización, es de gran importancia, ya que estos son los que ahorran subterfugios que suelen asociarse a dicha dificultad.

En el rendimiento de muchas empresas, un problema relevante que se presenta es la adecuada programación de tareas en procesos de manufactura, y el método en que ocurre este procesamiento dispondrá de algún factor de sugestión con valores que serán de gran conveniencia para optimizar en cuanto sea el alcance, por eso, este tema no resulta escéptico. Debido a esto, el coste general de trabajos se verá perjudicado, el periodo que se necesita para finiquitarlos y/o las reservas de las manufacturas en vigencia que se suscitaran. Esto nos lleva a delimitar, de manera inmediata, el correcto sistema para ejecutar las tareas con la visión pura de optimizar varios parámetros mencionados anteriormente.

Ya que el job shop mantiene problemas difíciles de solucionar, varios investigadores se han visto en la necesidad de exponer metodologías de todo tipo, para la obtención de alguna solución eficaz. Es preciso mencionar, que, debido a esta complejidad, se ha desarrollado uno de los objetivos de este proyecto en el que se propone analizar la utilización se meta heurísticas y su proceder para la colisión del problema principal que es el Job Shop.

CAPÍTULO 1

1. EL PROBLEMA

1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los organismos industriales, se sujetan con frecuencia, a diversos tipos de variabilidad como adjuntar una tarea nueva, cancelar una o varias tareas, modificación en el periodo de procesamiento, ruptura de maquina y/o modificación en la fecha de vencimiento de la realización de una tarea. Ya que los problemas de planificación son de tendencia dinámica, suelen ser complicadas tanto como el periodo necesario para obtener una solución.

Es así como los problemas de planificación varían entre los estáticos, que no es otra cosa que conocer anticipadamente las tareas; y los llamados dinámicos en donde se desconoce el inicio de la tarea (dinamismo parcial) o el dominio de cada tarea (dinamismo total) (Faura Gatius, 2016)

Es así como el Job Shop se manifiesta dentro de la totalidad de problemas NP, y las dificultades localizadas desde este ángulo varían en sus categorías y mantienen cohesión al modelado de dificultades de scheduling de la palpable actualidad y la restauración de indagación. De forma congruente, existen estudios de algunos fundadores y/o autores, proporcionando modelos matemáticos de gran variedad, así como metaheurísticos. Las ejecuciones alcanzan su desarrollo por un grupo de máquinas, es por eso que se necesita finiquitar sobre el proceso de cada máquina y de su función. En base a esto, y como producto

de su naturaleza multifacética, se hallan disoluciones solo para las simples instancias dentro de cada procedimiento que decretan arquetipos matemáticos.

Con el objetivo de disminuir el periodo integral de cada terminación de tareas, es urgente determinar el orden y la elección de cada máquina a funcionar, y la desventaja más evidente es la falta de algoritmos eficaces en su resolución que se efectúen en periodos computacionales prudentes, enfocándose en demandas de magnitud complicadas.

El programa de elaboración se angustia por la estipulación de limitadas demandas a productivas funciones, y su realización debe ser de forma minuciosa para preservar la efectividad y el registro de cada operación dentro del sistema rentable para fundar ventajas con difícil imitación. La función del scheduling, es la estipulación de recursos restringidos a tareas de manera consecutiva, teniendo como finalidad la optimización de varios propósitos. Las diferentes manufacturas demandan de innumerables operaciones en su elaboración, las que se procesan en curso determinado y configuración correcta, basándose en el tipo de manufactura, la variación de productos que se dan en la misma línea y el volumen de su producción. Al final, esto se inclina a tener el propósito de “mejorar la toma de decisiones”, ya que se enfoca en optimizar la estipulación de recursos restringidos en el desarrollo de cada tarea. (Flórez, Díaz, Gómez, Bautista, & Delgado, 2018)

La distinción de dificultades en el scheduling se vincula con la serie en el orden de funciones, llamada patrón de flujo. En el ámbito científico de computación se asocia al término optimización con la precisión de un propósito usando cautelosamente los recursos libres, o viéndolo desde un ángulo parecido; la adquisición de un propósito más eficaz haciendo uso de todos los recursos que se tiene vigente.

El procedimiento para localizar posibles soluciones, depende de la magnitud del obstáculo contrarrestado, es decir, que según va aumentando, se requerirá de mecanismos añadidos. Direccionándolo de esa manera, existe una gama de métodos para solucionar complejidades llamadas técnicas exactas. Estos algoritmos, localizan óptimamente soluciones en un corto periodo pero, la desventaja es que la demanda obliga a que las resoluciones consuman condiciones limitativas. Sumado a esto, aparece un conjunto de técnicas nombradas meta heurísticas que integran procedimientos de muchas formas con el fin de desarrollar un proceso competente que se deslice por óptimos locales y ahonde en la búsqueda de la dificultad. (Fonseca-Reyna, Martínez-Jiménez, Figueredo-León, & Pernía-Nieves, 2014)

1.2.OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Identificar y describir los algoritmos metaheurísticos aplicadas a la resolución de un problema de programación de producción en un Job shop, a través de una búsqueda bibliográfica

1.2.3. Objetivos específicos

Identificar las características principales de los métodos Metaheurísticos para la resolución del problema Job shop

Analizar resultados bibliográficos que permitan visualizar el aporte de las distintas variantes Meta heurísticas

1.3. JUSTIFICACIÓN

Es difícil desarrollar métodos precisos que conciben alguna solución óptima a corto plazo, debido a la magnitud de esta problematización. En consecuencia, los métodos Metaheurísticos suelen tener mayor esfuerzo al momento de localizar una manera estable de resolución cercana al término óptimo.

En el ámbito de Job Shop, existe una dificultad de optimización mezclada, es decir, que es útil para el que desconoce sobre algoritmos que faciliten una solución óptima a corto plazo de una forma sensata. Según Fabio Vicentini (2015) en su investigación “Algoritmos heurísticos y el problema de job shop”, la metodología Metaheurística es la más usada dentro de todos los métodos ya que son edificantes. En cambio, los algoritmos provechosos que entrarán a análisis tienen un carácter polinómicos, y debido a eso, no facilitan una solución óptima. Es por eso, que se pretende distinguir el algoritmo correcto para un óptimo funcionamiento.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1. Complejidad de los problemas

Hay que cuestionarse que tan fácil o difícil es un problema de optimización. Pese a que esta aparenta ser una sencilla pregunta, cerca de los años setenta, muchos investigadores plantearon este tema, incrustando un nuevo campo de exploración: la dificultad computacional, determinante de la facilidad o no, de los problemas de un algoritmo para solucionarlo. Como se conoce, un algoritmo es un grupo estructurado y estrecho de funciones que posibilitan enmendar una dificultad, y es el número de operaciones aritméticas que se requieren para su función, la que determina la capacidad del algoritmo. Un obstáculo es sencillo si hay presencia de un algoritmo que lo soluciona en tiempo polinomial. Si este cometido no es polinomial, es problema tiene a ser más difícil al enfrentarnos a un algoritmo no polinomial. (Angel, Martínez, Castillo, & Solis, 2014)

Pese a que esta distribución sea solo de inclinación teórica, al momento de llevarlo a la práctica se convierte muy conveniente. Hay que reconocer si un problema se puede solucionar en tiempo polinomial, es decir, localizar un resultado óptimo en cuestión de minutos o segundos, de lo contrario se tomaran años o siglos en cumplirlo. Es por eso, que en última instancia, se manifiesta la demanda de complementar estrategias específicas para localizar soluciones a un costo razonablemente computacional. Desde otro ángulo, los problemas se distribuyen en su magnitud: fáciles o difíciles, los algoritmos es exactos o completos, y de aproximación o heurísticos. Los algoritmos de índole exacta son los que dan la garantía de hallar la óptima solución para los problemas, por otro lado, los de aproximación

solo pueden constatar que hallarán una solución aprobada, pero no optima ni de calidad. (Mendoza Casseres, Corcho Martínez, & Berdugo Alonso, 2014)

En la actualidad, los algoritmos exactos más seguros para solucionar problemas de combinación, demandan de una cantidad exponencial de funciones, se puede enunciar que definitivamente estos problemas son difíciles. La programación dinámica y el algoritmo de ramificación que se incluyen en estos algoritmos, comprenden de un costo exuberante en términos computacionales, y en ocasiones, esto lleva a que se localicen soluciones alternativas.

2.2. Job Shop

Najarro, López, Racines, & Puris (2017) “El gran problema designado Job Shop como identificación, concierne a un grupo particular de problemas de scheduling (planificador) que pretende minimizar el periodo de tiempo en la ejecución de tareas, como propósito primordial” el “makespan”. Se trata de programar un grupo de N tareas sobre un grupo de M requerimientos, y cada tarea aparece de un grupo de ejecuciones secuenciales. Cada función se asocia a un periodo de procesamiento sin suspender su cumplimiento, requiriendo en su transcurso, un uso peculiar de un medio único. También, se sugieren los obstáculos mencionados a continuación.

- Las funciones de una misma tarea, se efectuarán en un ordenamiento definido.
- Cada máquina puede ejecutarse por tarea, lo que lleva a separar un ordenamiento para el proceso de todas las funciones que se dan en la misma máquina.
- Una tarea no puede ver una maquina por más de una vez repetida.

- Las operaciones no pueden ser suspendidas una vez que haya iniciado su funcionamiento.
- Se conoce que todas las tareas y máquinas están a disposición en el tiempo exacto (cero).
- No hay suspensión de antelación entre distintas operaciones.

Debido a lo antes mencionado, la conclusión radica en escoger una permutación posible y exacta de entre las operaciones, que permita cumplir con las suspensiones, disminuyendo el valor vinculado con el tiempo. Es por eso, que el Job Shop es un inconveniente tradicional de optimización combinatoria, y debido a eso, se han extendido metaheurísticas como los algoritmos genéticos, tabu search, búsqueda en vecindad o búsqueda local, simulated annealing. Estos métodos ya mencionados, desembocan una solución óptima y global que cuyo periodo computacional se va desarrollando de manera exponencial con relación a la magnitud de la dificultad. (Jiménez-Carrión & Jiménez-Carrión, 2018)

2.3. Los Metaheurísticos y la optimización combinatoria

La investigación se ha enfocado en plantear algoritmos de aproximación, ya que gran cantidad de problemas de optimización se agrupan como difíciles. Dentro de esta extensión, la expresión Metaheurístico lo posesionó Glover (1986) al precisar un tipo de algoritmo de aproximación que mezclan heurísticos clásicos y técnicas eficaces de exploración de la extensión de búsqueda. Los Metaheurísticos sirven como técnicas para corregir diferentes tipos de problemas de optimización, ya que los heurísticos convencionales no son de fiar. Estos dan la facilidad de crear un límite general para de esta manera crear algoritmos cambiantes que puedan resolver diferentes problemas, mezclando diferentes ideas que salen de la evolución en base a la biología. (Mencía Cascallana, 2017)

Los Metaheurísticos tienen como ventaja su gran amoldamiento que nos facilita su uso para emprender el camino de una gama extendida de problema. Es así, que se dice que dos soluciones son semejantes si son contiguas entre sí, y en donde el método de contigüidad está limitado a la manera como se figuren las soluciones del problema, y aun para un problema semejante podría coexistir heterogeneidad de prontos vecindarios. El reconocido simulado, los algoritmos genéticos y las redes neuronales artificiales, son los Metaheurísticos más victoriosos en la actualidad. La optimización por colonias de hormigas, la computación evolutiva, la búsqueda local iterativa, entre otras, son también ideas actuales. (Barbero et al., 2018)

2.4. Algoritmo de recocido simulado

El reconocido consiste en sujetar un metal a alta temperatura por un tiempo considerado, luego, ponerlo a enfriamiento lento y parejo, con el fin de elaborar un sistema de poco esfuerzo en la que los átomos acojan una estructura con baja energía restante, todo esto, en la conjetura sobre tratamiento térmico de metales, ya que el reconocido es uno de los Metaheurísticos más usados para la optimización combinatoria y expositor de resultados sugestivos en el campo. Desde el enfoque de la optimización, el aspecto consumado del metal establece la solución eficaz al propósito de disminuir la energía restante. Se parte del resultado principal y se categoriza de manera aleatoria una solución vecina, que mientras más eficaz, se localizará como la nueva resolución. El aprobar esta idea, significa permitir al algoritmo desvincularse de óptimos específicos. (Dupuy et al., 2015)

Garzón, Neira, & Vélez, s. f. (2014) “La figura importante final es el esquema de enfriamiento”. Continuando con la relación entre el curso físico de recocido y el Metaheurístico, la expectativa con la que se acogen las soluciones de menor condición para

dar acceso al Metaheurístico al escape de óptimos locales probables, depende de la ejecución de la temperatura. Tal como en el recocido, en donde se le complica al átomo moverse en posición de energía decadente, debido a que la temperatura desciende, en el recocido simulado está en el punto de que la posibilidad de acoger soluciones de calidad menor, decae cuando el algoritmo crece.

2.5. Algoritmos genéticos

Estos algoritmos manifiestan una proposición radical y eficaz direccionada a la reflexión de que la evolución original ha conseguido ser un completo éxito en desplegar géneros complejos y completamente adaptados por un entono de simples mecanismos. Esta técnica lo que realiza es simular la evolución natural para de esta manera indagar con eficacia el entorno de búsqueda con la premisa de que ciertos individuos poseen la capacidad para sobrevivir y transmitir sus capacidades a sus descendencias.(Navas & Urbaneja, 2013)

Estos algoritmos se ejecutan a través de una población o conglomerado de posibilidades como de forma en cadena cromosómicas o binarias. Mediante la experimentación, el algoritmo traspasa a aquellos individuos de mayores capacidades para así reformar la población y aquellos que no considera no aptos los elimina, bajo esta premisa significa que el cromosoma de mayores características es la solución a los inconvenientes. Después de la manifestación de estos algoritmos como los son los genéticos han aparecido iniciativas que han continuado con la indagación la idea de tomar iniciativas a través de la evolución natural, estas propuestas planteadas han sido nombras como algoritmos evolutivos (Ortegón, Gómez, & Herrera, 2013)

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

El análisis actual de esta investigación que se titula “Metaheurística aplicada a la programación de la producción de trabajo (Job Shop)” direccionada al método descriptivo no demostrable, ya que el procedimiento usado fue en base al análisis constatando información de fuentes bibliográfica, la misma que sirvió para poder aclarar la problematización y las variables.

Del mismo modo, el enfoque se usó para plantear esta investigación fue el documental ya que para desarrollar los objetivos fueron necesarias diferentes fuentes desde el inicio. Así mismo al usar el tipo de investigación bibliográfico certifica su estructura, ya que las normas APA se usaron de forma adecuada.

Además, es necesario aclarar que los métodos de investigación usados en el presente trabajo fueron, deductivos, analíticos e inductivos, fortaleciendo el sustento al momento de describir la problematización y el tema en general.

3.1 Métodos y Materiales

Son los que permiten obtener nuevos conocimientos.

Diagrama de la metodología. Tabla 1



Elaborado por: Gilson Ramos y Ronald Freire

Se muestra a los autores con más aportes referente al tema planteado en la investigación, los cuales fueron de gran aporte para el desarrollo del mismo.

Autores con mayor número de artículos. Tabla 2

Autor	Número De Artículos	Como Autor	Como Coautor
Angel, J. M	3	2	3
Barbero, J. J	2		2
Ceruto-Cordovés	2	1	1
Dupuy, G., Stark	2		1
Faura Gatiús, O	1	1	
Flórez, E. Díaz	3		2
Fonseca-Reyna	1		
Garzón, N. A	1		
Mauricio Beuchot	1		1
Gastón Breyer	1	1	1
Jiménez-Carrión	2		
Mencia Cascallana	2		2
Mendoza Casseres	2		
Najarro, R. López	1	3	1
Navas, M	3		
Ortegón, G	2		1
Rave, J. I. P	3	2	
Romero, M.	1	2	1

Elaborado por: Gilson Ramos y Ronald Freire

De los autores con mayor número de artículos publicados en referencia al tema de las metaheurísticas encontramos a AnGEL J.M.

Autor con mayor numero de artículos. Tabla 3

AUTOR	NÚMERO DE ARTÍCULOS	COMO AUTOR	COMO COAUTOR
Angel, J. M	3	2	3

Elaborado por: Gilson Ramos y Ronald Freire

CAPÍTULO 4

4. DESARROLLO

Existen diferentes tipos de metaheurísticas, pero entre los más relevantes está el de búsqueda, estableciendo varias estrategias, de esta forma determinar diferentes tipos de soluciones a un problema en concreto, transformando repetitivamente la solución inicial. La idea principal de la heurística era de un tipo de normativa eficaz para lograr mejorar la resolución de una complicación que era aplicada de forma repetitiva hasta encontrar nuevas mejoras. Estos procesos son conocidos como búsqueda rutinaria, búsquedas locales o algoritmos escaladores.

El ultimo nombre mencionado en el apartado anterior, se manifiesta en base a la mejora que se obtenga por medio del análisis de soluciones parecidas realizadas por la búsqueda; nombrada también solución vecina. En concreto, buscar de forma específica basando su metodología en el estudio de las resoluciones del entorno realizadas en el recorrido. Las búsquedas locales basadas en metaheurísticas son pautas usadas de forma general para el diseño de métodos de búsquedas en la localidad, parecidas a las que usan la estrategia de

greedy o voraz. Este tipo de metaheurística instituye como referencia general, cuando ya se han consideradas las soluciones del análisis local, se elige la mejor solución de todas, siempre y cuando existan mejoras que se puedan hacer en ella. Suele decirse que las búsquedas particulares solo cambian la solución realizada en el recorrido por medio de mejoras en el entorno.

Principales aportes a los modelos meta heurísticos Tabla 4

AUTOR	OBRA	AÑO
Kernighan y Lin	Uniform graph partitioning	1970
Van Laarhoven, Aarts y Lenstra	Job shop scheduling	1992
Applegate y Cook	Chapter 2 Job Shop Scheduling - Formulation and Modeling	1995

Elaborado por: Gilson Ramos y Ronald Freire

En 1970 Kernighan y Lin pudieron observar que la variable de búsqueda variable depth logra descubrir prontas soluciones pegadas a lo recomendable, excepto un pequeño error sumamente relativo mientras se minimiza aquella tasa creciente del tiempo de realización. Investigaciones anteriores como las de Johnson (1989) profundizan en la mejora constante de la búsqueda particular para el uniform graph.

Para el job shop teóricos como Van Laarhoven, Aarts y Lenstra en el año 1992 supieron manifestar para encontrar soluciones es necesario encontrarlas a través de algoritmos de intercambios simples, los cuales son capaces de hallar soluciones determinadas para casos como de más de 20 tareas y 15 maquina, aquel es significativo y muy beneficiador en comparación a la definición heurística, el intervalo de tiempo para lo algoritmos de intercambio son mucho más extensos que los algoritmos constructivos, los únicos capaces de mejorar todos las derivaciones de Van Laarhoven, Aarts y Lenstra fueron Applegate y Cook, no solo en calidad de tiempo sino también en los parámetros de calidad, en los cuales implementaron una composición de diferentes alegorismos como lo son el ya mencionado variable depth y los de intercambios. Distintos autores a través del tiempo lograron mejorar todos aquellos resultados con varios algoritmos de búsqueda como por ejemplo el algoritmo genético.

En la actualidad, los que se consideran los mejores algoritmos para la resolución de job shop el tabu search algorithm en cual se basa en ambientes de permutaciones de carácter simple, este algoritmo es capaz de encontrar medios que permitan la solución con errores de hasta el 0.7% en escasos minutos para casos hasta de más de 150 tareas y 2 máquinas.

En el entorno del job shop Rave & Álvarez (1990) fueron los que principalmente plantearon el problema (Ceruto-Cordovés, Lapeira-Mena, Rosete-Suárez, & Espín-Andrade, 2005) presentando una prueba de programación que servía de forma lineal para resolver casos de forma eficaz, casos de job shop, recirculación de controles, maquinas homogéneos grupales y preparación de tiempos. No obstante, estos métodos no son exactos ya que no resultan efectivos para problemas de dimensiones grandes. Por lo cual se ha dedicado un esfuerzo mucho mayor creando metaheurísticas y heurísticas para su debida resolución. El

aporte más actualizado es el de Xing (Romero & Velásquez, 2017) presentando un modelo que mediante simulación podía resolver FJSSP con variedades de objetivos.

Asimismo, diferentes investigadores plantean el algoritmo SMN, en el que se toma la línea de labor, sin tener en cuenta ningún tipo de secuencias y del mismo modo los contadores de tiempo son igual cero, calculando los tiempos de procesos máximos de las tareas que están en la línea de trabajo, para de esta forma poder obtener la tarea con un tiempo mínimo. Con la tarea antes mencionada se comienza a obtener una secuencia, y de a poco se acumula un tiempo total de los procedimientos en el transcurso del mismo, de esta forma se obtiene el valor total de tiempo de trabajo. Por último de forma iterativa se procede con el mismo hasta completar todas las labores.

Esta estrategia que se plantea, no provee todo el tiempo una solución óptima, por tanto, los diferentes autores plantean modificar de gran manera, por tanto, se exponen 14 heurísticas una mejor que la anterior.

Por último, para obtener una solución viable al problema, los autores dan más importancia a las metaheurísticas que se basan en los paradigmas orientada a la búsqueda local, en otras palabras, si se da una solución que resulte viable al inicio, la misma podrá combinarse sucesivamente por medio de la ejecución de movimientos que cambien las medidas locales. Antes de que las metaheurísticas sean mencionadas los autores antes mencionados creen importante que entender la metodología que las metaheurísticas emplean.

Vecindarios: Este hace referencia a los movimientos que pueden conducir a diferentes vecinos, por tanto, es necesario que sean evaluados para guiar la búsqueda. Para la situación problemática es utilizada la permuta del valor en base al objetivo proporcionando a su vez

información más completa que ayuden a proveer ventajas sobre los movimientos locales. Como la solución no es satisfactoria por la calidad de la misma, es necesario considerar metaheurísticas que puedan superar la optimalidad local. (Mauricio Beuchot, 2013)

Metaheurística de Recocido Simulado: En este algoritmo un movimiento es escogido eventualmente, si este movimiento escogido lleva a una solución del problema de mejor forma que el objetivo con la actual solución, es escogido. Este es escogido con un valor porcentual que dependerá del deterioro le mismo en consecucional del objetivo usando la temperatura como regla principal para controlarlo. (Gastón Breyer, 2017)

Metaheurística de Búsqueda Tabú: Este tipo de Metaheurística selecciona en cada una de la iteración el movimiento que más destaca. Es llamado “admisible” un vecino que pertenece a un movimiento, solo si este no es tabú. El criterio de pretensión o aspiración puede llegar a cancelar un estado de tabú, cabe resaltar que este puede ser inadecuado, en la situación problemática que se está tratando se utiliza para dar acceso a los diferentes movimientos que pueden conducir a un vecino con una mejor función que la que actúa hasta el momento. (Gianni, Ambrosio Velasco Gómez , 2014)

Para poder implementar las formas que se manifiestan en los apartados anteriores es utilizado HOTFRAME esta es una heurística que optimiza los movimientos, de esta forma proporciona una búsqueda interna más completa, porque en esta se pueden seleccionar varias reglas de selección vecino, para obtener formas de métodos como descenso acelerado iterado o descenso acelerado. De la misma manera el simulado reconocido por su personalización y las formas de búsqueda marginados pueden llegar a generarse con la explotación respectiva de componentes.

CAPITULO 5

5. CONCLUSIÓN

- Al mismo tiempo de conceptualizar la representación de soluciones, es importante tener un numero definido de providencias que ayuden a determinar su desenvolvimiento. La forma es realizar los cruces y cambios de los algoritmos de genes, el enfriamiento de la simulación, la magnitud de la población, el juicio de aspiración o las formas de movimientos, son algunos de los ejemplos de la búsqueda tabú. Es importante que el programador seleccione el criterio adecuado para que las soluciones encontradas sean den calidad.
- Estos Metaheurísticos, aparte de ser algoritmos rígidos, también permiten un margen de maniobra muy grandes gracias a sus ideas generales al momento de programarlos. Esta forma de ser versátiles es lo que los hace muy codiciados ya que se los puede adaptar a cualquier dificultad que tenga relación con la optimización combinatoria.
- Por medio de lo que se obtuvo al programar metaheurísticos para llegar a la solución de los ejemplos de Job Shop no puede finalizar, de ninguna manera, con la idea de que un metaheurísticos es mejor que otro. Ya que, por su naturaleza estocástica de los metaheurísticos, es importante un análisis profundo con base estadística para poder obtener una conclusión con respecto a este.

BIBLIOGRAFÍA

- Angel, J. M., Martínez, M. R., Castillo, L. R. M., & Solis, L. S. (2014). *Un Modelo Híbrido de Inteligencia Computacional para Resolver el Problema de Job Shop Scheduling*. 12.
- Barbero, J. J., Tamagusku, M., Bezzone, E., Sanz Troiani, F., Alfonso, H., Bermúdez, C., ... Salto, C. (2018). *Optimización a gran escala usando metaheurísticas*. Presentado en XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2018, Universidad Nacional del Nordeste). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10915/67106>
- Ceruto-Cordovés, T., Lapeira-Mena, O., Rosete-Suárez, A., & Espín-Andrade, R. (2005). Comparación de metaheurísticas para obtener predicados difusos: un caso curioso. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 8(2), 69-84.
- Dupuy, G., Stark, N., Ayala, C., Sanz Troiani, F., Alfonso, H., Minetti, G. F., & Salto, C. (2015, abril 28). *Métodos metaheurísticos aplicados a procesos de gestión en una empresa*. Presentado en XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (Salta, 2015). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10915/45319>
- Faura Gatiús, O. (2016). *Flexible Job-Shop Problem minimizando los costes en función de la fecha de entrega y el instante de realización*. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/98534>
- Flórez, E., Díaz, N., Gómez, W., Bautista, L., & Delgado, D. (2018). Evaluación de algoritmos bioinspirados para la solución del problema de planificación de trabajos. *I+D REVISTA DE INVESTIGACIONES*, 11(1), 141-155.
- Fonseca-Reyna, Y. C., Martínez-Jiménez, Y., Figueredo-León, Á. E., & Pernía-Nieves, L. A. (2014). Influencia de los parámetros principales de un Algoritmo Genético para el Flow Shop Scheduling. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 8(1), 53-59.
- Garzón, N. A., Neira, E. M. G., & Vélez, I. P. (s. f.). Metaheurística para la solución del Transit Network Design Problem multiobjetivo con demanda multiperiodo. *Ingeniería y Ciencia*, 13(25), 29-69.

- Hermeneutica Analogica Y Hermeneutica Debil - Mauricio Beuchot, Vattimo, Gianni, Ambrosio Velasco Gómez - Google Libros. (2014). Recuperado 1 de abril de 2019, de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=tKNSzmr0vyoC&oi=fnd&pg=PP14&dq=heur%C3%ADstica+y+hermen%C3%A9utica&ots=OzfJ7Tjewu&sig=j5nmrV9NeWK6iiF3vgdpvaaBB2o#v=onepage&q=heur%C3%ADstica%20y%20hermen%C3%A9utica&f=false>
- Heurística del diseño - Gastón Breyer - Google Libros. (2017). Recuperado 1 de abril de 2019, de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=KaL2IuWr-hsC&oi=fnd&pg=PA5&dq=heur%C3%ADstica+y+hermen%C3%A9utica&ots=6paYghA7LO&sig=DY5jhX4Yg0R-P0QTtq2mJkCof3A#v=onepage&q=heur%C3%ADstica%20y%20hermen%C3%A9utica&f=false>
- Heurística y hermenéutica - Mauricio Beuchot - Google Libros. (2013). Recuperado 1 de abril de 2019, de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=QZ9Ics0JoWIC&oi=fnd&pg=PA6&dq=heur%C3%ADstica+y+hermen%C3%A9utica&ots=4qLfQq22jW&sig=p8yZwsJ7pwz-OwPi1Ex16mhR7yI#v=onepage&q=heur%C3%ADstica%20y%20hermen%C3%A9utica&f=false>
- Jiménez-Carrión, M., & Jiménez-Carrión, M. (2018). Algoritmo Genético Simple para Resolver el Problema de Programación de la Tienda de Trabajo (Job Shop Scheduling). *Información tecnológica*, 29(5), 299-314. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000500299>
- Mencia Cascallana, R. (2017). *Metaheurística para problemas de Scheduling con múltiples recursos*. Recuperado de <http://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/42772>
- Mendoza Casseres, D. A., Corcho Martínez, R. A., & Berdugo Alonso, A. (2014). Metaheurística para disminuir penalizaciones del laycan en programación de carga de buques al granel. *Revista de Ingenierías USBMed*. Recuperado de <http://bibliotecadigital.usb.edu.co/handle/10819/6566>

- Najarro, R., López, R., Racines, R. E., & Puris, A. (2017). Un Algoritmo Genético Híbrido para la Optimización del Flow Shop Scheduling bajo Restricciones de Entornos Reales. *Enfoque UTE*, 8(5), 14-25. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v8n5.176>
- Navas, M. M., & Urbaneja, A. J. N. (2013). Metaheurísticas multiobjetivo adaptativas. *Computación y Sistemas*, 17(1), 53-62.
- Ortegón, G. A. C., Gómez, Ó. D. C., & Herrera, S. R. (2013). Metodología Basada En Los Algoritmos Vega Y Moga Para Solucionar Un Problema Multiobjetivo En Un Sistema De Producción Job Shop. *Revista EIA*, 10(19), 175-191.
- Rave, J. I. P., & Álvarez, G. P. J. (1990). Sacrificio cortoplacista adoptativo en comparación con metaheurística para el TSP. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 8(3), 125-137.
- Romero, M. C., & Velásquez, R. (2017). UN ALGORITMO METAHEURÍSTICO DE RECOCIDO SIMULADO PARA EL 3AP-AXIAL. *SABER. Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 28(3), 566-573.



REGISTRO DE ACOMPAÑAMIENTOS

Inicio: 05-11-2018 Fin 30-04-2019

FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA

CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL

Línea de investigación: DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVO Y LOGÍSTICOS

TEMA: REVISIÓN DOCUMENTAL DE LA APLICACIÓN DE METHAEURISTICAS APLICADAS A LA PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN DE UN TALLER DE TRABAJO (JOB SHOP)

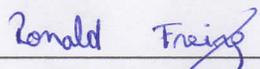
ACOMPAÑANTE: PAREDES QUEVEDO JUAN JOSE

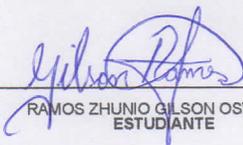
DATOS DEL ESTUDIANTE			
Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	CÉDULA	CARRERA
1	FREIRE BARRERA RONALD DARWIN	0941159683	INGENIERÍA INDUSTRIAL
2	RAMOS ZHUNIO GILSON OSWALDO	0941607103	INGENIERÍA INDUSTRIAL

Nº	FECHA	HORA		Nº HORAS	DETALLE
1	2019-04-01	Inicio: 10:02 a.m.	Fin: 12:02 p.m.	2	- DEFINICIÓN DEL TEMA: REVISIÓN DOCUMENTAL DE LA APLICACIÓN DE META-HEURISTICAS APLICADAS A LA PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN DE UN TALLER DE TRABAJO (JOB SHOP) - PLANIFICACIÓN: CAPITULO 1: 27/12/2018 CAPITULO 2: 04/01/2019 CAPITULO 3: 11/01/2019 CAPITULO 4: 18/01/2019 CAPITULO 5: 25/01/2019 SE ADJUNTA EJEMPLO PARA LA REALIZACIÓN DEL TRABAJO.
2	2019-09-01	Inicio: 10:02 a.m.	Fin: 12:02 p.m.	2	REVISIÓN DE PRIMER CAPITULO
3	2019-17-01	Inicio: 16:02 p.m.	Fin: 18:02 p.m.	2	REVISIÓN DE SEGUNDO CAPITULO
4	2019-13-02	Inicio: 11:33 a.m.	Fin: 13:33 p.m.	2	
5	2019-20-02	Inicio: 11:33 a.m.	Fin: 13:33 p.m.	2	CAPITULO 3


 PAREDES QUEVEDO JUAN JOSE
 PROFESOR(A)


 BUCHELI CARPIO LUIS ANGEL
 DIRECTOR(A)


 FREIRE BARRERA RONALD DARWIN
 ESTUDIANTE


 RAMOS ZHUNIO GILSON OSWALDO
 ESTUDIANTE

Dirección: Cdla. Universitaria Km. 1 1/2 via km. 26
Conmutador: (04) 2715081 - 2715079 Ext. 3107
Telefax: (04) 2715187
Milagro • Guayas • Ecuador

VISIÓN
 Ser una universidad de docencia e investigación.

MISIÓN
 La UNEMI forma profesionales competentes con actitud proactiva y valores éticos, desarrolla investigación relevante y oferta servicios que demanda el sector externo, contribuyendo al desarrollo de la sociedad.

Urkund Analysis Result

Analysed Document: propuesta_version_urkund201922616253.docx (D48515515)
Submitted: 3/1/2019 10:39:00 PM
Submitted By: dmendozac2@unemi.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

extracto_2018108174842.docx (D42447765)

Instances where selected sources appear:

1

