TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES

CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS

Heurística Lógico Combinatoria para la Selección de Subconjuntos de Características en Diabetes Mellitus

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN INFORMÁTICA Y TECNOLOGÍAS COMPUTACIONALES

Presenta:

ING. PABLO RODRIGUEZ DE LEON

Tutora:

DRA. MARÍA DOLORES TORRES SOTO

Co-tutora:

DRA. AURORA TORRES SOTO

Comité tutorial:

DR. CÉSAR EDUARDO VELÁZQUEZ AMADOR

Aguascalientes, Ags. 31 de Mayo de 2016.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Directora de Tesis:

Dra. María Dolores Torres Soto

Universidad Autónoma de Aguascalientes – México

Co-directora de Tesis:

Dra. Aurora Torres Soto

Universidad Autónoma de Aguascalientes – México

Asesores:

Dr. César Eduardo Velázquez Amador

Universidad Autónoma de Aguascalientes – México

Revisores-Suplentes:

M. en C. Víctor Patlán Balandrán

Universidad Autónoma de Aguascalientes – México

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

AGRADECIMIENTOS

Aprovecho este espacio para agradecer el apoyo de todas las personas que hicieron fuera posible culminar esta etapa de mi vida académica.

A mis padres Pablo y Lula por que han sido un ejemplo a seguir y porque inculcaron en mi un código ético y una cultura de trabajo.

A mis hermanos Pepe y Javier porque gracias a ellos he sabido y vivido la complicidad y camaradería de unos verdaderos amigos.

A mi directora de tesis la Dr. María Dolores Torres Soto por su preocupación en ayudarme y darme ánimos en momentos en que creía que este trabajo no acabaría.

Al Dr. Arévalo por que con su apoyo aprendí que mi campo de acción no es solo México si no también fuera de México y por quien viví la valiosa experiencia de una estancia de Rumania que me ayudo a crecer como estudiante y como investigador pero sobre todo como persona.

Al Dr. Ion Mierlus Mazilu de la Universidad Técnica de Construcción e Ingeniería de Bucarest, por su apoyo incondicional durante mi estancia en Bucarest Rumania y por haber sido para mí no solo un profesor si no un amigo y tutor.

A mis profesores que de forma desinteresada coadyuvaron en mi formación y en la construcción de mi línea de investigación.

A mi compañero Eduardo con quien forme un verdadero equipo y de quién siempre tuve amistad y comprensión.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

DEDICATORIA

A mis padres Pablo y Lula porque de ellos aprendí que el respeto la honestidad y la responsabilidad deben ser principios de acción y que el servicio a los demás debe ser el fin último de mis acciones.

A mis hermanos Pepe y Javier.

A mis amigos Andrés y Christian de quien quienes siempre recibo muestras de apoyo y solidaridad sobre todo en los momentos difíciles.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CARTAS DE LIBERACIÓN

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE AGUASCALIENTES

PABLO RODRÍGUEZ DE LEÓN
MAESTRÍA EN INFORMÁTICA Y TECNOLOGÍAS COMPUTACIONALES
P R E S E N T E.

Estimado alumno:

Por medio de este conducto me permito comunicar a Usted que habiendo recibido los votos aprobatorios de los revisores de su trabajo de tesis y/o caso práctico titulado: **"Heurística lógico combinatoria para la selección de subconjuntos de características en Diabetes Mellitus"**, hago de su conocimiento que puede imprimir dicho documento y continuar con los trámites para la presentación de su examen de grado.

Sin otro particular me permito saludarle muy afectuosamente.

A T E N T A M E N T E
Aguascalientes, Ags., a 27 de mayo de 2016
"Se lumen proferre"
EL DECANO

M. en C. JOSE DE JESUS RUIZ GALLEGOS

c.c.p.- Archivo.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES

FORMATO DE CARTA DE VOTO APROBATORIO

M. EN C. JOSÉ DE JESÚS RUÍZ GALLEGOS
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS
P R E S E N T E

Por medio del presente como Tutor designado del estudiante **PABLO RODRÍGUEZ DE LEÓN** con ID 173310 quien realizó la tesis titulada: **HEURÍSTICA LÓGICO COMBINATORIA PARA LA SELECCIÓN DE SUBCONJUNTOS DE CARACTERÍSTICAS EN DIABETES MELLITUS,** y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que el pueda proceder a imprimirla y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 26 de Mayo de 2016

Dra. María Dolores Torres Soto
Directora de tesis.

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría de Investigación y Posgrado
c.c.p.- Jefatura del Depto. de Sistemas de Información
c.c.p.- Consejero Académico
c.c.p.- Minuta Secretario Técnico

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE AGUASCALIENTES

FORMATO DE CARTA DE VOTO APROBATORIO

M. EN C. JOSÉ DE JESÚS RUÍZ GALLEGOS
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS
P R E S E N T E

Por medio del presente como Tutor designado del estudiante **PABLO RODRÍGUEZ DE LEÓN** con ID 173310 quien realizó la tesis titulada: **HEURÍSTICA LÓGICO COMBINATORIA PARA LA SELECCIÓN DE SUBCONJUNTOS DE CARACTERÍSTICAS EN DIABETES MELLITUS,** y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que el pueda proceder a imprimirla y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 26 de Mayo de 2016

Dra. Aurora Torres Soto
Co-directora de tesis.

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría de Investigación y Posgrado
c.c.p.- Jefatura del Depto. de Sistemas de Información
c.c.p.- Consejero Académico
c.c.p.- Minuta Secretario Técnico

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE AGUASCALIENTES

FORMATO DE CARTA DE VOTO APROBATORIO

M. EN C. JOSÉ DE JESÚS RUÍZ GALLEGOS
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS
P R E S E N T E

Por medio del presente como Tutor designado del estudiante **PABLO RODRÍGUEZ DE LEÓN** con ID 173310 quien realizó la tesis titulada: **HEURÍSTICA LÓGICO COMBINATORIA PARA LA SELECCIÓN DE SUBCONJUNTOS DE CARACTERÍSTICAS EN DIABETES MELLITUS,** y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que el pueda proceder a imprimirla y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 26 de Mayo de 2016

Dr. Cesar Eduardo Velázquez Amador
Asesor de tesis.

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría de Investigación y Posgrado
c.c.p.- Jefatura del Depto. de Sistemas de Información
c.c.p.- Consejero Académico
c.c.p.- Minuta Secretario Técnico

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Resumen.

La diabetes mellitus es una patología que cobra muchas vidas día con día en nuestro país, de ahí la relevancia de investigar las razones importantes que describen cómo se desarrolla esta enfermedad, la cual es considerada junto con la hipertensión como una de las más impactantes en nuestro país. Mediante esta investigación, se busca encontrar los factores de riesgo en la población de Aguascalientes.

En esta tesis se presenta un marco de trabajo en el cual se realizan dos estudios:

- Un estudio experimental de testores.
- Un estudio transversal analítico.

Este marco de trabajo se realizó con información real de una base de datos del *Hospital Tercer Milenio* perteneciente al Instituto *de Salud del Estado de Aguascalientes,* que fue discretizada para su procesamiento en los estudios mencionados.

Para el estudio experimental de testores se trabajó una línea de investigación en la que se desarrolló un algoritmo para la obtención de los testores, los cuales nos proporcionan por medio del enfoque lógico-combinatorio información para ponderar las variables y así determinar la importancia de cada una de ellas.

En el estudio transversal analítico se analizaron datos del antes y después de pacientes con la patología de diabetes mellitus. Mediante pruebas estadísticas se determinaron las variables significantes que se vieron modificadas después de que el paciente fue diagnosticado con este padecimiento.

Estos estudios se realizaron paralelamente con el fin de establecer conclusiones acerca de las variables de importancia, mediante el análisis de los factores resultantes de mayor relevancia en ambos estudios.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Mediante el estudio de testores se obtuvieron las variables importantes y el peso informacional de cada una de ellas, entre las cuales destacan la frecuencia cardiaca, la tensión arterial y el nivel de glucemia.

En el estudio transversal analítico se destacaron dos variables de suma importancia como son el índice de masa corporal y la edad, las cuales son determinantes en el cambio de paciente probable diabético a paciente diabético confirmado.

Estos resultados además de otros novedosos, proveen información relevante para investigaciones futuras de diabetes mellitus en la población de Aguascalientes.

Abstract.

Diabetes mellitus is a disease which claims many lives every day in our country, that's the importance of this investigation and the reasons of how this disease is considered along with hypertension as one of the most important, through this research, we seek to find the risk factors in the population of Aguascalientes.

This thesis has a framework in which two studies are conducted is as follows:

- An experimental study of heuristic combinatorial logic.
- An analytical cross-sectional study.

This framework was performed with real information from a database that belongs to the *Hospital Tercer Milenio* of the *Instituto de Salud del Estado de Aguascalientes* which was discretized for processing in the studies.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

For heuristic combinatorial logic experimental study was proposed a line of work in which were developed an algorithm to obtain the testors which providing the informational weight of the variables and establishing the importance of each one.

In the analytical cross-sectional study the data was analyzed before and after the pathology of patients with diabetes. By statistical tests significant variables that were modified after the patient was diagnosed with this condition were determined.

In the testors study was obtained the important variables and informational weight of each, among which highlighted heart rate, blood pressure and blood sugar level.

In the cross-sectional study two variables are important as body mass index and age which are decisive in the phase of changing to probable diabetic patient to diabetic patient confirmed.

These results and other innovative, provide relevant information for future research of diabetes mellitus in the population of Aguascalientes.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ÍNDICE DE CONTENIDO

Capítulo I. Introducción 1

1.1. Introducción. 1

1.2. Problema de Investigación. 1

1.3. Justificación. 2

1.4. Objetivos. 3

1.5. Hipótesis 4

1.6. Estructura de la tesis. 4

Capítulo II. Marco Teórico. 6

2.1. Heurísticas. 6

2.2. Testores. 9

2.2.1 Método de búsqueda. 10

2.2.2 Reglas de comparación. 12

2.2.3 Ejemplo 15

2.3. Diabetes Mellitus. 21

Capítulo III. Metodología. 30

3.1. Introducción. 30

3.2. Objeto de Estudio. 31

3.3. Criterios de Selección 32

3.3.1. Criterios de inclusión. 32

3.3.2. Criterios de exclusión. 32

3.4. Definición de Variables. 33

3.4. 1 Definición Constructiva. 34

3.4.2. Definición Operacional. 35

3.5. Pasos Generales para realizar la investigación: 36

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

3.6. Marco de trabajo de la Investigación. 37

3.7. Preprocesamiento de la información 38

3.8. Estudio Experimental 44

3.9. Estudio Transversal Analítico (probables-confirmados diabéticos) 45

3.10. Cálculo del Tamaño de la Muestra. 46

Capítulo IV. Resultados. 47

4.1. Algoritmos del Estudio Experimental. 47

4.2. Resultados y Discusión del Estudio Experimental. 53

4.3. Análisis y Resultados del Estudio Transversal Analítico Pareado. 56

Capítulo V. Conclusiones. 60

5.1. Conclusiones 60

ANEXO A. 63

ANEXO B. 65

Bibliografía. 67

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Identificación de Diabetes por Estado en Personas Mayores de 20 Años 25

Figura 2 Casos de Hospitalización Diabetes Mellitus por Estado y Sexo 27

Figura 3 Casos de Hospitalización por Diabetes Mellitus por Grupo de Edad 28

Figura 4 Marco de Trabajo de la Investigación. 37

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ejemplo de Variables y sus Componentes de Análisis 15

Tabla 2 Ejemplo de matriz de Aprendizaje 15

Tabla 3 Ejemplo de Matriz de Diferencias y Matriz Básica 17

Tabla 4 Ejemplo de Exploración y Conclusión de Candidatos 18

Tabla 5 Ejemplo de Testores Encontrados 20

Tabla 6 Ejemplo de Peso Informacional 20

Tabla 7 Incidencia en México de Diabetes Mellitus Grupo de Edad y Sexo 26

Tabla 8 Principales Causas de Muerte en Municipio de Aguascalientes 2006-20010 26

Tabla 9 Variables Iníciales de la Base de Datos 33

Tabla 10 : Escala de Temperatura Corporal 38

Tabla 11 Discretización de Temperatura Corporal 39

Tabla 12 Clasificación de Etapas de la Vida 39

Tabla 13 Discretización de Edad 40

Tabla 14 Clasificación de Hipertensión Arterial 40

Tabla 15 Discretización de Tensión Arterial 41

Tabla 16 : Frecuencia Cardiaca 41

Tabla 17 Discretización de Frecuencia 42

Tabla 18 Discretización de Glucemia 42

Tabla 19 Dominio y Criterio de Comparación de Variables 44

Tabla 20 Peso Informacional de Variables Analizadas por Testores 53

Tabla 21 Prueba de Normalidad 56

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Tabla 22 Prueba de Homogeneidad de Varianzas 57

Tabla 23 Prueba de Muestras Pareadas..... 58

Tabla 24 Prueba Wilcoxon, Mann-Whitney 59

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1 14

ECUACIÓN 2 16

ECUACIÓN 3 16

ECUACIÓN 4 16

ECUACIÓN 5 16

ECUACIÓN 6 46

ECUACIÓN 7 46

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Capítulo I. Introducción

1.1. Introducción.

En esta tesis se establece un marco de trabajo mediante el cual se analizó la información de pacientes del estado de Aguascalientes con diabetes mellitus.

Mediante el preprocesamiento, limpieza y ordenamiento de la información se logro discretizar las variables para su posterior análisis en los siguientes estudios:

Un estudio experimental en el cual por medio de heurística de lógica combinatoria se desarrolló un algoritmo para determinar los testores típicos los cuales son asociados a una matriz de datos de complejidad exponencial (Sanchez Diaz & Lazo Cortez, 2008) con los cuales se calificó la importancia de cada una de las variables mediante el análisis de datos de pacientes diagnosticados con la patología contra pacientes sin diagnóstico de la patología.

Otro estudio en el cual por medio de pruebas estadísticas se identificaron las variables significativas de la comparación de datos de pacientes antes y después de confirmar la patología.

1.2. Problema de Investigación.

Según la OMS la diabetes mellitus es a nivel mundial la Octava causa de muerte del año 2000 al 2012, así mismo el INEGI sitúa a la Diabetes Mellitus como una de las 3 causas de muerte desde 2006 a nivel nacional y el Gobierno Estatal de Aguascalientes la posiciona como la tercer causa en la mortalidad general y como causa única de muerte ocupa el primer lugar (INEGI, 2011).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

De ahí la preocupación por la cual esta investigación busca una determinación clara y científica de los factores importantes que determinan el padecimiento de esta patología mediante la implementación de mecanismos robustos de análisis de información como es el uso de testores típicos; respaldando los resultados con métodos estadísticos.

Como es bien sabido el estado de saludo no discrimina género, edad, condición social, lo que hace de la identificación de factores un problema complicado, especialmente en un estado como Aguascalientes que es escenario de grandes contrastes.

1.3. Justificación.

Ya que en el campo de medicina es complicado realizar el diagnóstico de una enfermedad, uno de los inconvenientes más importantes en este proceso es la subjetividad del especialista que lo realiza, este hecho se hace notar en particular en actividades de reconocimiento de patrones y características, donde la experiencia del profesional está directamente relacionada con el diagnóstico final, esto es debido al hecho de que el resultado no depende de una solución sistematizada sino de la interpretación de los síntomas del paciente, lo cual nos lleva a la utilización de la teoría de testores típicos para la determinación de la importancia de los síntomas característicos de la población analizada.

La importancia del uso de testores en esta investigación, radica en las múltiples ventajas que éstos reportan sobre otras metodologías utilizadas para identificación de factores de riesgo en problemas médicos. Uno de los beneficios más importantes del uso de análisis de testores radica en la independencia del insumo de datos de un tipo de distribución estadística específica; como los datos no se encuentran sujetos a supuestos de alguna distribución estadística, no están restringidos a características específicas (como normalidad y homocedasticidad), así como tampoco exigen la independencia entre las variables por lo que no necesitan ser sometidos a pruebas estadísticas convencionales.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Además los testores, tienen la capacidad de atacar cualquier problema incluso resolver problemas complejos, no tienen limitantes respecto al número de variables a analizar, son robustos, no tienen restricciones en tipo de datos o un orden específico de éstos, el máximo de datos a procesar por medio de testores sólo es limitado por las capacidades de infraestructura y no por el tipo de problema a resolver, los testores encuentran y ponderan todas las posibles soluciones y no sólo un conjunto limitado de ellas.

Mediante esta investigación se determinaron los factores característicos de pacientes con diabetes mellitus en el estado de Aguascalientes, ya que este diagnóstico es la primer causa de muerte (Federación Internacional de Diabetes Mellitus, 2015), al grado que se ha llegado a considerar una epidemia.

Trabajos como éste son referentes para investigaciones de patologías de importancia en el estado de Aguascalientes.

1.4. Objetivos.

Objetivo General

Identificar y ponderar los factores de riesgo asociados con diabetes en el estado de Aguascalientes mediante una herramienta basada en testores típicos.

Objetivos Específicos

1. Diseñar, implementar y poner a punto un algoritmo de testores típicos para identificar y ponderar los factores críticos en los pacientes de la población de Aguascalientes diagnosticados con Diabetes Mellitus.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

2. Ponderar los factores pre disponente de diabetes en la población de Aguascalientes mediante el análisis de los testores resultantes.
3. Identificar los factores de importancia que cambian en pacientes antes de ser diagnosticados como diabéticos.
4. Analizar la información resultante y establecer conclusiones.

1.5. Hipótesis

1. El uso de testores típicos es una herramienta útil para la identificación y ponderación de los factores de diabetes mellitus.
2. La edad y el sexo de un paciente son determinantes para desarrollar la patología de diabetes mellitus.
3. La frecuencia cardiaca, tensión arterial e índice de masa corporal son factores altamente relacionados con el diagnóstico de diabetes mellitus.
4. La hipertensión, el incremento en glucemia, el aumento en el índice de masa corporal y el género son factores importantes en la determinación de la patología de diabetes mellitus.

1.6. Estructura de la tesis.

Esta tesis se compone de cinco capítulos y un anexo descritos a continuación:

1. Introducción, en este capítulo se abordan el problema de investigación, una breve reseña de la necesidad e importancia de la investigación, el objetivo general, los objetivos específicos y las hipótesis de la investigación.

2. Marco Teórico, en este se presenta la información y conceptos referentes a los fundamentos necesarios para la comprensión del lector, abordando temas como heurísticas, diabetes mellitus y testores en el cual se explica el método de búsqueda y las reglas de comparación.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

3. Metodología, aquí se presenta el objeto de estudio así como los criterios de selección y definición de variables utilizadas en la investigación, pasos generales de la investigación, se establece un marco de trabajo, se presenta el mecanismo de preprocesamiento de la información y los dos estudios realizados además del cálculo de tamaño de la muestra.

4. Resultados, en este capítulo se detalla el proceso de desarrollo del algoritmo obtenido para la obtención de los testores, la interpretación del peso informacional además de una descripción detallada de los resultados obtenidos en los estudios realizados a la población seleccionada.

5. Conclusiones es un resumen de las conclusiones obtenidas en el punto de finalización de este trabajo, aquí se hace referencia a conclusiones generales así como conclusiones a los objetivos de investigación generales y específicos.

En la parte final de este trabajo se encuentran dos anexos, el primero presenta el listado total de la clasificación de diabetes mellitus según catalogo internacional de enfermedades versión 10. El segundo anexo son las Tablas de resultados de pruebas estadísticas realizadas para el análisis del estudio transversal analítico

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Capítulo II. Marco Teórico.

En esta sección, se asentarán los fundamentos que deben ser comprendidos por el lector para identificar el objeto o espacio a cubrir por las aportaciones de esta tesis, se hablará acerca de heurísticas, como algunos de problemas que enfrenta el área de la inteligencia artificial se pueden clasificar como problemas de optimización y cómo mediante el uso de heurísticas se puede atender el problema indicado, se presenta también clasificaciones de selección de características, además se hace una breve introducción al concepto de testores e igualmente se expone una breve introducción al diagnóstico de diabetes Mellitus, sus características y factores de riesgo para una mejor comprensión del tema.

2.1. Heurísticas.

Heurística se deriva del griego heuriskein, que significa "encontrar " o "descubrir", hay entre otras definiciones la de Nyree Lemmens la define como: "proceso que puede resolver un cierto problema, pero que no ofrece ninguna garantía de lograrlo, se le denomina heurística para ese problema" (Lemmens, de Jong, Tuyls, & Nowe, 2007) . A continuación otra definición sería la siguiente: Las heurísticas son técnicas que buscan soluciones de buena calidad (de valor cercano al óptimo) a un costo computacional razonable, aunque sin garantizar la optimalidad de la misma. En general, no se reconoce el grado de error. Pueden ser agrupadas de manera muy general en la siguiente clasificación. (Rodríguez Bocca, 2008)

Métodos constructivos: los cuales generan solución y van agregando componentes hasta completar la solución.

Métodos de búsqueda local: Los cuales comienzan desde una solución inicial e iterativamente van reemplazando la solución más cercana, pero de mejor calidad.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

El método heurístico por excelencia se refiere a un mecanismo voraz o greedy el cual trata de construir una solución o encontrarla eligiendo de manera iterativa los elementos o componentes de menor costo o dirigiéndose al vecino mejor calificado. Para algunos problemas con estructura particular, la solución encontrada es la solución óptima pero en general, no es el caso.

Actualmente se recomienda la hibridación de mecanismos heurísticos ya que estos producen mejores soluciones que los mecanismos puristas (Raidl, 2006).

En años recientes se han presentado un gran número de algoritmos que no siguen los conceptos puritas de una metaheurísticas tradicional simple, si no que éstos son la combinación de varios algoritmos, los cuales fuera del campo tradicional de las metaheurísticas, son comúnmente llamados metaheurísticas híbridas (Raidl, 2006).

Para comprender un poco más la interpretación de metaheurística híbrida, podemos mencionar el significado de híbrido:

- Que procede de 2 o más elementos de naturaleza distinta.
- Que tiene progenitores de especie distinta.
- Obtenido del cruce de dos individuos de distinta especie
- En general, que está formado por elementos de distinta naturaleza

Debido al auge o creciente desarrollo de aplicaciones de metaheurísticas híbridas así como los workshops de Metaheurísticas híbridas (Blum & Roli, 2004), (Blesa, Blum, Roli, & Sampels, 2005) documentan la popularidad, éxito e importancia de esta línea de investigación. De hecho hoy parece que escoger la adecuada metodología híbrida es decisivo para lograr el mejor desempeño en la solución de problemas difíciles.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Al principio la idea de hibridar no fue muy popular ya que los grupos de investigación estaban alejados, y cada uno consideró su propio desarrollo como el mejor siguiendo sus filosofías.

A continuación una representación de la clasificación resumida de metaheurísticas híbridas, donde se establecen las condiciones de la hibridación que se propone:

a) se puede hibridar una metaheurística con otra.

b) Una metaheurística con algoritmo específico para el problema que se está considerando, como simulaciones especiales.

c) Metaheurísticas con otras técnicas generales que vienen de campos tales como investigación de operaciones o inteligencia artificial, son ejemplos exactos como los re ramificación y poda (Narendra & Fukunaga, 1977) (Raidl, 2006).

Otra propiedad para distinguir los sistemas híbridos es el orden de la ejecución.

1) El modelo secuencial o de lotes, donde un algoritmo se realiza estrictamente después de otro y solo pasa información en una dirección.

2) En el modelo intercalado, en el cual no se respeta un orden secuencial entre los algoritmos involucrados.

3) Los algoritmos paralelos, en este orden de ejecución los algoritmos trabajan de manera simultánea.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.2. Testores.

Este concepto aparece a mediados de los años cincuenta, y fue empleado en la detección de fallas de circuitos eléctricos por Chegis y Yablonskii (Cheguis & Yablonskii, 1955) y después, se utilizó para solucionar problemas de clasificación supervisada y detección de variables en el área de Geología (Alba, Santana, Ochoa, & Lazo, 2000) . En los trabajos más recientes se encuentra el trabajo pionero de Dmitriev, Zhuravlev y Krendeleiev en 1966 (Dmitriev, Zhuravlev, & Krendeleiev, 1966).

En este tipo de problemas de aprendizaje supervisado se parte de una matriz inicial de datos dividida en clases y la cual contiene las descripciones de los objetos o fenómenos discretos en N rasgos. En esencia, un testor, es un conjunto de características o rasgos que distinguen elementos (objetos) que pertenecen a clases diferentes.

Un testor típico es el cual si le elimina un rasgo cualquiera, pierde la propiedad de ser un testor como menciona Pons en 2003 (Santiesteban & Pons, 2003). O de otra forma un testor típico es aquel al que se le va eliminando la redundancia o un testor en su mínima expresión.

El concepto de testor comúnmente asociado al problema de reconocimiento de patrones se encuentra dentro de lo que se conoce como enfoque lógico combinatorio, que permite la determinación de familias y subfamilias de testores: como en el caso de los testores típicos. Para determinar las sub familias se han desarrollado algunos algoritmos que se dividen en algoritmos de escala interior (Águila & Ruiz, 1984), (Bravo Martínez, 1983) y los algoritmos de escala exterior, entre los cuales encontramos el algoritmo BT (Shulcloper, Águila, & Bravo, 1985) hay evidencia de que el algoritmo de BT has sido ampliamente utilizado (Sánchez & Lazo, 2002) por ser considerado el paradigma de los algoritmos de escala exterior. Lamentablemente su desempeño computacional no ha sido totalmente conveniente debido a los tiempos de ejecución obtenidos (Sánchez & Lazo, 2002).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

El cálculo de un conjunto de testores típicos se considera de complejidad exponencial, en la búsqueda de soluciones para reducir el espacio de búsqueda de la solución y reducción de tiempo menor al requerido en la actualidad, se desarrollan e implementan nuevos algoritmos.

De manera general se dice que los algoritmos de escala interior sirven para encontrar testores típicos analizando la estructura interna de la matriz básica y determinan condiciones para asegurar la condición de testor o testor típico, así mismo los algoritmos de escala exterior encuentran testores típicos por medio de la generación de un grupo potencia del conjunto total de columnas de matriz básica y así el algoritmo es capaz de brincar combinaciones del grupo potencia (Shulcloper, Alba, & Lazo, 1995b).

2.2.1 Método de búsqueda.

Sea M un conjunto finito de objetos sobre los que se definen un conjunto de predicados $X_1.....X_{r,}$ $X_{r'1.}$ Este último se denomina "predicado fundamental" y su función es determinar la pertenencia de un objeto a una de las clases determinadas. Los restantes predicados se denominaran "rasgos", dado un conjunto de objetos, estos pueden ser puestos en correspondencia con un conjunto de tuplas, así como sus descripciones en valor de los rasgos. Partiendo de las clases $K_1....K_{1'}$ si el problema tiene definido el predicado fundamental para algunos de los objetos de cada una de las clases o para todas excepto una, se parte de la descripción estándar de los objetos, en caso de que no se conozcan las l-tuplas de pertenencia de los objetos (Shulcloper et al., 1995b).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Si comenzamos de la comparación de las características de los objetos que pertenecen a la misma **clase** contra aquellas que pertenecen a las demás clases comparando en pares a la vez, (conjunto de objetos que se definirán como Matriz de Aprendizaje MA), se obtendrá la matriz de diferencias MD. Esta matriz es la que contiene la información que distingue objetos de clases distinta, de ahí proviene su nombre, esta matriz es construida empleando criterios de comparación existentes.

Una vez que se tiene la MD, se obtiene la matriz básica MB, la cual está conformada por las filas básicas de la MD (Torres, Torres, Ponce, & Ochoa, 2006); la cual es:

Una fila i_q es básica cuando no existe fila alguna i_p que sea sub fila de i_q.

Sean i_p e i_q filas de la MD. Es decir que i_p es subfila de i_q si para todo elemento de I_q =0 se cumple también que i_p =0 y además, existe al menos un elemento de i_q=1 en el que i_q=0. (Shulcloper et al., 1995b).

El subconjunto de rasgos o características T de una matriz básica es un testor si al eliminar de la MB todas las características, excepto las pertenecientes a T, no existe ninguna fila de ceros (escaso de información). T es un testor típico, si al quitarle cualquiera de sus características, pierde su condición de testor.

Todos los algoritmos descritos para encontrar todos los testores típicos asociados a un conjunto de datos, tienen complejidad exponencial y dependen del tamaño de la matriz (Sanchez Diaz & Lazo Cortez, 2008).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Usualmente, encontrar todos los testores (típicos) asociados a una matriz de datos, requiere de realizar una búsqueda exhaustiva entre todos los subconjuntos de rasgos que son **2R**, siendo **R** el conjunto de los rasgos. Con el aumento del número de filas y columnas o del número de clases en la matriz, el costo en tiempo de este proceso puede ser demasiado hasta el punto de ser realmente imposible.

2.2.2 Reglas de comparación.

A continuación se establecen las reglas de comparación de los objetos de aprendizaje:

Sea $\Omega = \{O_1, O_2, \ldots, O_m\}$ un conjunto de m objetos e $I(O_2)$, $I(O_2)$, …, $I(O_m)$ sus descripciones en términos de un conjunto de n rasgos o características, $R = \{X_1, X_2, \ldots, X_n\}$, donde cada rasgo X_j tiene asociado un conjunto M_j que se designa conjunto de valores admisibles del rasgo X_j, es decir, $I(O_i) = (X_1(O_i), X_2(O_i), \ldots, X_n(O_i))$, $X_j(O_i) \in M_j$, $j = 1,\ldots,n$, $i = 1,\ldots,m$ (Santiesteban & Pons, 2003).

El tipo de una variable depende de la naturaleza de su conjunto de valores admisibles. Los conjuntos M_j pueden ser {0,1}, el conjunto de los números reales o de los enteros, $\{V_1, \ldots, V_k\}$, donde los V_i no son necesariamente números, etc.

A partir de la matriz de aprendizaje (MA) se puede definir otra matriz de diferencias (MD), que explica la igualdad (0) o diferencia (1), rasgo a rasgo cada par de objetos de clases distintas. (Shulcloper, Alba, & Lazo, 1995a).

Se llama criterio de comparación de valores de la variable X_j a una función C_j: $M_j \times M_j \rightarrow L_j$, tal que si C_j es un criterio de disimilaridad se cumple que C (X (O),X (O)) min {y} y si C_j es un criterio de similaridad se cumple que C (X (O), X (O)) max {y} = , donde L_j es un conjunto totalmente ordenado, $j = 1,\ldots,n$ (Shulcloper et al., 1995b).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Se le llama *Matriz de Aprendizaje* (MA) al tuplo ($I(O_1),\alpha(O_1),I(O_2),\alpha(O_2),...,I(O_m),\alpha(O_m)$) qué incluye las descripciones de los objetos conjuntamente con sus *c*-tuplos de pertenencia. (Shulcloper et al., 1995b).

El algoritmo BT es un algoritmo de escala exterior, por lo que basa su funcionamiento en los siguientes elementos (Sánchez & Lazo, 2002):

- una caracterización conveniente del concepto de testor y de testor típico
- un orden definido sobre el conjunto potencia del conjunto de todos los rasgos (R) que describen los objetos en el problema de clasificación que se considera
- una función de recorrido, que permite encontrar todos los testores típicos sin necesidad de recorrer todo el conjunto potencia

Para la descripción del algoritmo, se utilizará un n-tuplo booleano $a = (a_1,\ldots,a_n)$, tal que si $a_j = 1$, esto indicará que la columna j aparece en el conjunto de columnas a considerar y $a_j = 0$ significa lo contrario. Cada uno de estos n-tuplos representa el llamado vector característico del subconjunto correspondiente de R.

Para encontrar la familia de testores típicos en un problema de clasificación supervisada, utilizaremos la matriz básica (MB) asociada al problema(Shulcloper et al., 1995a)], la cual contiene la información mínima necesaria para encontrar los testores típicos.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Definición 1: El n-tuplo $\alpha = (\alpha_1,\cdots,\alpha_n)$ se llamara *lista testor*, si $\forall$ a $= (a_1,\cdots,a_n)$ de MB, se cumple que:

$$(\alpha_i \wedge a_i) \neq 0,\ i = 1,\cdots,n \qquad \textbf{ECUACIÓN 1}$$

Donde a es una fila de la matriz básica y $\alpha = (\alpha_1,\cdots,\alpha_n)$ representa un testor típico (sabiendo que es lista testor) si para cada j tal que $\alpha_j = 1$, existe alguna fila en MB tal que su única coordenada unitaria coincidente con una coordenada no nula de j-ésima. En este caso α se llamará lista testor típico.

El algoritmo BT considera los n-tuplos característicos, correspondientes a los subconjuntos de rasgos, ordenados ascendentemente, según el orden natural. Desde (0,0,…,0,1) hasta (1,1,…,1,1).

La función de recorrido, se basa en las siguientes proposiciones, que permiten efectuar saltos (Sánchez & Lazo, 2002):

Proposición 1 (*de salto ante testor) se*a $\alpha = (\alpha_1,\cdots,\alpha_k,\cdots,\alpha_n)$ un n-tuplo lista testor, y sea α_k la última coordenada unitaria (el uno más a la derecha) de α. Entonces los siguientes 2^{n-k} -1 n-tuplos (en el orden establecido) se corresponden con testores no típicos.

Proposición 2 (*de salto ante no testor):* Sea $\alpha = (\alpha_1,\cdots,\alpha_n)$ un n-tuplo correspondiente con un no testor, y sea $a = (a_1,\cdots,a_n)$ una fila de MB tal que $(\alpha_i \wedge a_i) = 0$, donde i=1,…,n. Sea a_u la ultima coordenada unitaria de a (el uno más a la derecha), y sea $\alpha' = (\alpha'_1,K,\alpha'_n)$.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.2.3 Ejemplo

Este ejemplo fue tomado de (Santiesteban & Pons, 2003) ya que es una manera sencilla y fácil de entender la obtención de los testores típicos.

Con la siguiente información acerca de los rasgos en términos de los cuales se describen los siguientes objetos (Tabla1):

Tabla 1 Ejemplo de Variables y sus Componentes de Análisis

Rasgo	Tipo	Dominio de definición	Criterio de comparación	Datos adicionales
X1	Continuo	(-5.5,5.5)	error admisible	ε=0.5
X2	Discreto	[10,20]	error admisible	ε=2.0
X3	Booleano	{true, false}	igualdad estricta	
X4	K-Valente Nominal	{azul, blanco, rojo, verde}	igualdad estricta	

Una matriz de aprendizaje es la siguiente (Tabla 2):

Tabla 2 Ejemplo de matriz de Aprendizaje

	X1	X2	X3	X4	α
O1	1.3	10	true	azul	1
O2	-1.3	13	true	rojo	1
O3	2.4	16	false	azul	2
O4	-2.4	19	false	blanco	2
O5	2.6	10	true	verde	3
O6	-2.6	20	false	rojo	3
Criterio Comparación	0.5	2	=	=	

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Dada una MA y C1,…,Cn criterios de comparación de cada uno de los rasgos, llamaremos Matriz de Diferencias de MA, y la denotaremos por MD, a la matriz booleana formada por las m' filas (Shulcloper et al., 1995b) y (Shulcloper et al., 1995a)

Donde:

$$S_{ij} = (\delta_1^{ij}, ..., \delta_n^{ij}), i, j = 1, ¡¦, m, i \neq j$$

ECUACIÓN 2

Y Donde:

$$\delta_p^{ij} = C_p(X_p(O_i), X_p(O_p)), p = 1, ...n$$

ECUACIÓN 3

$$m' = \sum_{i=1}^{c-1} \sum_{t=i+1}^{c} |K_i| \|K_t|$$

ECUACIÓN 4

Sean i_p, i_q filas de MD

Diremos que i_p es *subfila* de i_q

Si $\forall(j)[a_{iqj}=0 \Rightarrow a_{ipj}=0]$ y además $\exists\ (j_0)\ [a_{iqj0}=1 \wedge a_{ipj0}=0]$

ECUACIÓN 5

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

También diremos que i_q es *superfila* de i_p

Sea i_q una fila de MD. La fila i_q es básica si no existe fila alguna i_p que sea subfila de i_q.

Dada una matriz de diferencias MD llamaremos *Matriz Básica* (MB) a la matriz formada exclusivamente por las filas básicas de MD (Shulcloper et al., 1995b).

A continuación se muestran la Matriz de Diferencia y la Matriz Básica derivadas de la Matriz de Aprendizaje (Tabla 3).

Tabla 3 Ejemplo de Matriz de Diferencias y Matriz Básica

MD	
Filas	**Objetos comparados**
1110	O1 con O3
1111	O1 con O4
1001	O1 con O5
1111	O1 con O6
1111	O2 con O3
1111	O2 con O4
1101	O2 con O5
1110	O2 con O6
0111	O3 con O5
1101	O3 con O6
1111	O4 con O5
0001	O4 con O6

MB
Filas Básicas
1110
0001

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

El subconjunto $\tau = \{X_{i1}, \cdots, X_{is}\}$ de rasgos de una Matriz de Aprendizaje es un testor si al eliminar de su Matriz Básica todas las columnas, excepto las correspondientes a los elementos de t, no existe fila alguna completa de ceros.

Para obtener los testores de manera exhaustiva, se debe comparar la matriz básica con cada uno de los miembros elementos del siguiente conjunto (Tabla 4).

Tabla 4 Ejemplo de Exploración y Conclusión de Candidatos

Elemento	Representación Binaria	Conclusión
1	0001	No es un testor ya que si se proyectan sus características en MB la fila uno de MB seria de ceros
2	0010	No es un testor ya que si se proyectan sus características en MB la fila dos de MB seria de ceros
3	0011	Si es un testor porque sus características si se proyectan en MB no fila de ceros además si se elimina cualquiera de sus características pierde su condición de testor
4	0100	No es un testor ya que si se proyectan sus características en MB la fila dos de MB seria de ceros
5	0101	Si es un testor porque sus características si se proyectan en MB no fila de ceros además si se elimina cualquiera de sus características pierde su condición de testor
6	0110	No es un testor ya que si se proyectan sus características en MB la fila dos de MB seria de ceros
7	0111	Si es un testor porque sus características si se proyectan en MB no fila de ceros además si se elimina cualquiera de sus características pierde su condición de testor, pero no es un testor típico

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

8	1000	No es un testor ya que si se proyectan sus características en MB la fila dos de MB seria de ceros
9	1001	Si es un testor porque sus características si se proyectan en MB no fila de ceros además si se elimina cualquiera de sus características pierde su condición de testor
10	1010	No es un testor ya que si se proyectan sus características en MB la fila dos de MB seria de ceros
11	1011	Si es un testor porque sus características si se proyectan en MB no fila de ceros además ya que si se elimina cualquiera de sus características pierde su condición de testor, pero no es un testor típico
12	1100	No es un testor ya que si se proyectan sus características en MB la fila dos de MB seria de ceros
13	1101	Si es un testor porque sus características si se proyectan en MB no fila de ceros además si se elimina cualquiera de sus características pierde su condición de testor, pero no es un testor típico
14	1110	No es un testor ya que si se proyectan sus características en MB la fila dos de MB seria de ceros
15	1111	Si es un testor porque sus características si se proyectan en MB no fila de ceros además si se elimina cualquiera de sus características pierde su condición de testor, pero no es un testor típico

Observe que cualquier conjunto que contenga a un testor típico seguirá siendo testor, pero no típico. Este es definido de fila básica, y la cual no contiene a una menor, es una fila incomparable o mínima. Además note que las filas marcadas en gris, coinciden con los testores típicos de la matriz.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Analice que el conjunto potencia que debe examinarse es de tamaño 2N-1 siendo N el número total de características que tiene la matriz de entrenamiento.

Estos son los testores encontrados en el ejemplo $\{X_1,X_4\}$, $\{X_2,X_4\}$ y $\{X_3, X_4\}$. Los que pueden ser representados en binario como (Tabla 5):

Tabla 5 Ejemplo de Testores Encontrados

Testores encontrados	Representación
{X1,X4}	1001
{X2,X4}	0101
{X3,X4}	0011

Para obtener el peso informacional o la importancia de una característica: es posible calcular el factor porcentual que indica cual es la frecuencia de cada variable en el conjunto total de testores. Mediante un factor que nos señala la formación de un subconjunto de características mediante el cual se puede diferenciar a la clase que pertenece un objeto.(Torres, Ponce, Ochoa, Torres, & Díaz, 2009). A continuación se calcula el peso informacional de cada variable (Tabla 6):

Tabla 6 Ejemplo de Peso Informacional

Variable	Peso informacional
X1	33.33%
X2	33.33%
X3	33.33%
X4	100%

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Interpretando la información se puede determinar que la variable 4 es necesaria para la formación de un testor típico ya que su valor o peso informacional es mucho mayor que el de las otras tres variables. Dicho de otra manera, no se puede excluir en ningún momento a la variable 4, si se tiene la información de la variable 1 o 2 o 3, se contara con la información suficiente para diferenciar la clase a la que pertenece cada objeto.

2.3. Diabetes Mellitus.

La diabetes mellitus, o simplemente la diabetes, es una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no puede producir insulina o cuando el cuerpo no puede hacer un buen uso de la insulina que produce. La insulina es una hormona producida por el páncreas que actúa como una llave que permite que la glucosa de los alimentos que ingerimos pase de la sangre a las células del cuerpo para producir energía. Todos los alimentos ricos en hidratos de carbono se descomponen en glucosa en la sangre. La insulina ayuda a la glucosa a entrar en las células. (INEGI, 2011).

La incapacidad de producir insulina o de utilizarla de manera eficaz conduce a niveles elevados de glucosa en sangre (conocida como hiperglucemia). Los altos niveles de glucosa durante un período de tiempo prolongado se asocian con daños corporales y fallos en varios órganos y tejidos. (INEGI, 2011).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Hernández (Ávila, Gutiérrez, & Noverón, 2013) menciona que la diabetes es una enfermedad crónica de causas múltiples. En su etapa inicial no produce síntomas y cuando se detecta tardíamente y no se trata adecuadamente ocasiona complicaciones de salud graves como infarto del corazón, ceguera, falla renal, amputación de las extremidades inferiores y muerte prematura. Se ha estimado que la esperanza de vida de individuos con diabetes se reduce entre 5 y 10 años. En México, la edad promedio de las personas que murieron por diabetes en 2010 fue de 66.7 años, lo que sugiere una reducción de 10 años.

La diabetes se está convirtiendo rápidamente en la epidemia del siglo XXI y en un reto de salud global. Estimaciones de la Organización Mundial de la Salud indican que a nivel mundial, de 1995 a la fecha casi se ha triplicado el número de personas que viven con diabetes, con cifra actual estimada en más de 347 millones de personas con diabetes.1, 2 De acuerdo con la Federación Internacional de Diabetes, China, India, Estados Unidos, Brasil, Rusia y México, son en ese orden los países con mayor número de diabéticos (Herrera, 2009).

Este trabajo se enfocó principalmente a pacientes **diagnosticados** con diabetes tipo 2, en los cuales los factores de riesgo según El centro médico de La universidad de Maryland (MU, 2013) publica que son:

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

- Edad superior a 45 años
- Diabetes durante un embarazo previo
- Peso corporal excesivo (especialmente alrededor de la cintura)
- Antecedentes familiares de diabetes
- Dar a luz un bebé que pese más de 4 kg (9 libras)
- Colesterol HDL de menos de 35 mg/dL
- Niveles sanguíneos altos de triglicéridos, un tipo de molécula de grasa (250 mg/dL o más)
- Hipertensión arterial (superior o igual a 140/90 mmHg)
- Trastorno en la tolerancia a la glucosa
- Bajo nivel de actividad (hacer ejercicio menos de tres veces a la semana)
- Síndrome metabólico
- Poliquistosis ovárica
- Una afección llamada acantosis pigmentaria, la cual provoca oscurecimiento y engrosamiento de la piel alrededor del cuello o las axilas.

La federación Internacional de diabetes (FID, 2015) por su parte menciona que los factores de riesgo asociados a la diabetes mellitus tipo 2 son:

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

- Antecedentes familiares de diabetes
- Sobrepeso
- Dieta poco sana
- Inactividad física
- Edad avanzada
- Presión arterial alta
- Origen étnico
- Tolerancia anormal a la glucosa (TAG)*
- Antecedentes de diabetes gestacional
- Mala nutrición durante el embarazo

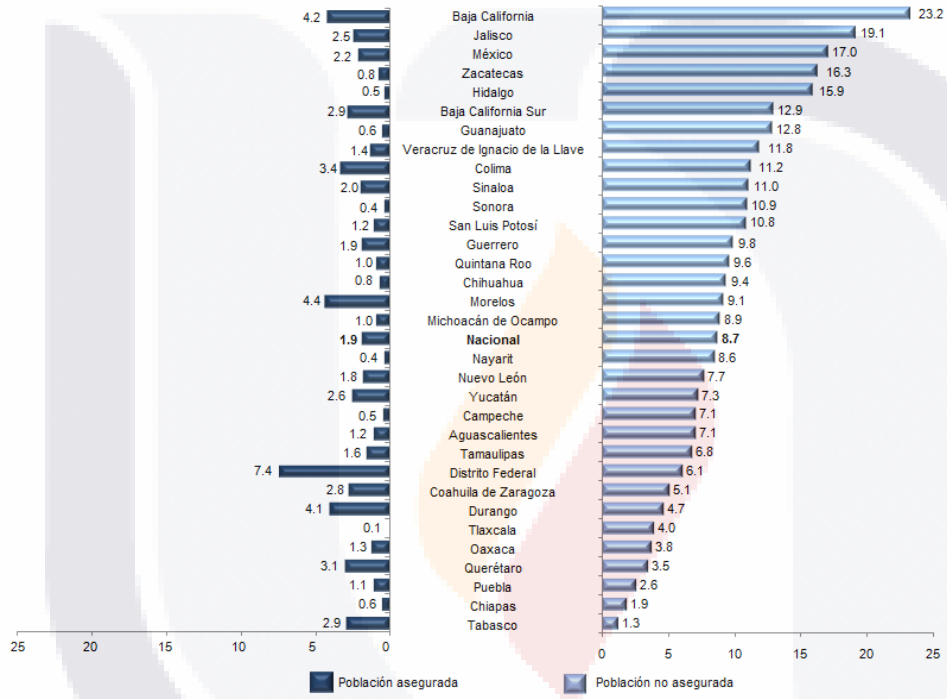
Dentro del artículo del día internacional de la Diabetes emitido por el INEGI se describe a la diabetes mellitus como una enfermedad crónico degenerativa que se presenta cuando el páncreas no produce insulina, o bien, la que se produce no es utilizada de manera eficiente por el organismo; ésta es la hormona responsable de que la **glucosa** de los alimentos sea absorbida por las células y dotar de energía al organismo. Además menciona que el 1.5% de población de 20 años y mas que acudió a servicios de medicina preventiva para detección de diabetes, dio un resultado positivo

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

A continuación se muestra una gráfica que presenta el porcentaje de población de 20 años y más con exámenes positivos de diabetes mellitus, por entidad federativa según condición de aseguramiento (Figura 1).



Fuente: SSA, SINAIS. (2013). *Boletín de Información Estadística*. Vol. III. Servicios Otorgados y Programas Sustantivos No. 31. Procesó INEGI.

Figura 1 Identificación de Diabetes por Estado en Personas Mayores de 20 Años

Otra Tabla interesante (Tabla 7) es la de Incidencia de diabetes mellitus por grupo de edad según sexo del año 2011 en la cual los datos se presentan por cada 100 mil habitantes de cada grupo de edad y sexo (INEGI, 2011).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Tabla 7 Incidencia en México de Diabetes Mellitus Grupo de Edad y Sexo

Grupo de edad	Total	Hombres	Mujeres
Menores de 10 años	3.83	3.55	4.13
10 a 14	10.85	8.85	12.93
15 a 19	17.73	14.14	21.34
20 a 24	46.59	34.66	58.02
25 a 44	280.47	240.69	316.67
45 a 49	977.69	828.15	1 113.28
50 a 59	1 363.83	1 163.67	1 545.06
60 a 64	1 787.60	1 636.57	1 924.23
65 y más	1 249.29	1 160.42	1 325.11

Nota: Se utilizó la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y problemas relacionados con la salud CIE-10, códigos E10-E14.

Fuente: SSA. CENAVECE. (2012). *Anuarios de morbilidad 1984-2011;* y CONAPO (2013). *Proyecciones de la Población de México 2010-2050.* Procesó **INEGI**.

Revisando las investigaciones anuales respecto a diabetes mellitus existe el observatorio nacional de lesiones ,el cual lleva el registro de los decesos a nivel nacional, al revisar el reporte del **municipio** de Aguascalientes se encontró la Diabetes Mellitus y sus complicaciones como primera causa de muerte del 2006 hasta el 2010 (Tabla 8).

Tabla 8 Principales Causas de Muerte en Municipio de Aguascalientes 2006-20010

Principales causas de muerte en el municipio, 2006 a 2010

	2006		2007		2008		2009		2010	
1	Diabetes mellitus	584	Diabetes mellitus	614	Diabetes mellitus	607	Diabetes mellitus	629	Diabetes mellitus	614
2	Enfermedades isquémicas del corazón	380	Enfermedades isquémicas del corazón	401	Enfermedades isquémicas del corazón	440	Enfermedades isquémicas del corazón	441	Enfermedades isquémicas del corazón	434
3	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	259	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	277	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	293	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	278	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	310
4	Enfermedad cerebrovascular	221	Enfermedad cerebrovascular	230	Enfermedad cerebrovascular	221	Enfermedad cerebrovascular	257	Enfermedad cerebrovascular	263
5	Cirrosis y otras enfermedades crónicas del hígado	181	Cirrosis y otras enfermedades crónicas del hígado	158	Cirrosis y otras enfermedades crónicas del hígado	188	Siniestros de vehículo de motor (tránsito)	179	Cirrosis y otras enfermedades crónicas del hígado	180
6	Siniestros de vehículo de motor (tránsito)	151	Enfermedades hipertensivas	151	Siniestros de vehículo de motor (tránsito)	176	Cirrosis y otras enfermedades crónicas del hígado	178	Enfermedades hipertensivas	174
7	Enfermedades hipertensivas	113	Siniestros de vehículo de motor (tránsito)	141	Enfermedades hipertensivas	164	Infecciones respiratorias agudas bajas	164	Siniestros de vehículo de motor (tránsito)	161
8	Nefritis y nefrosis	99	Nefritis y nefrosis	93	Infecciones respiratorias agudas bajas	109	Enfermedades hipertensivas	143	Infecciones respiratorias agudas bajas	143
9	Asfixia y trauma al nacimiento	79	Tumor maligno de tráquea, bronquios y pulmón	81	Nefritis y nefrosis	99	Nefritis y nefrosis	104	Nefritis y nefrosis	104
10	Tumor maligno de tráquea, bronquios y pulmón	75	Asfixia y trauma al nacimiento	70	Tumor maligno de tráquea, bronquios y pulmón	81	Tumor maligno de tráquea, bronquios y pulmón	86	Desnutrición calórico protéica	73

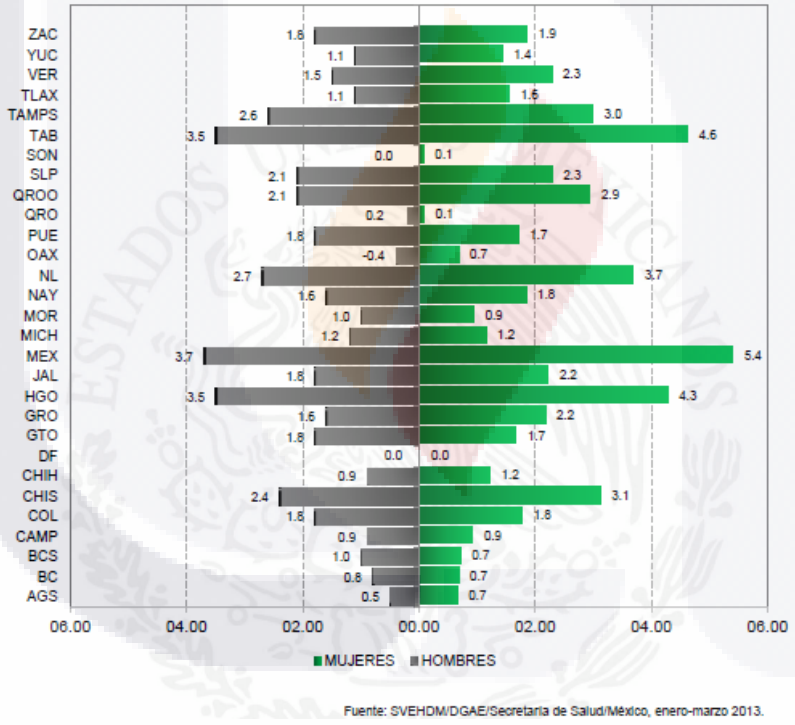
TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

La Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud, en su boletín Epidemiológico de Diabetes Mellitus tipo 2 menciona que la IFD (federación internacional de Diabetes Mellitus) reportó en el año 2012 un gasto de 471 miles de millones de dólares.

Otro de los datos analizados en este boletín es el porcentaje de los casos de hospitalización con diagnóstico de Diabetes Mellitus Tipo 2 (DMT2), el cual se muestra en la siguiente gráfica (Figura 2).



Fuente: SVEHDM/DGAE/Secretaría de Salud/México, enero-marzo 2013.

Figura 2 Casos de Hospitalización Diabetes Mellitus por Estado y Sexo

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Otra comparación (Figura 3) es el porcentaje de casos hospitalizados con Diabetes Mellitus por grupo de edad de enero a marzo 2013.

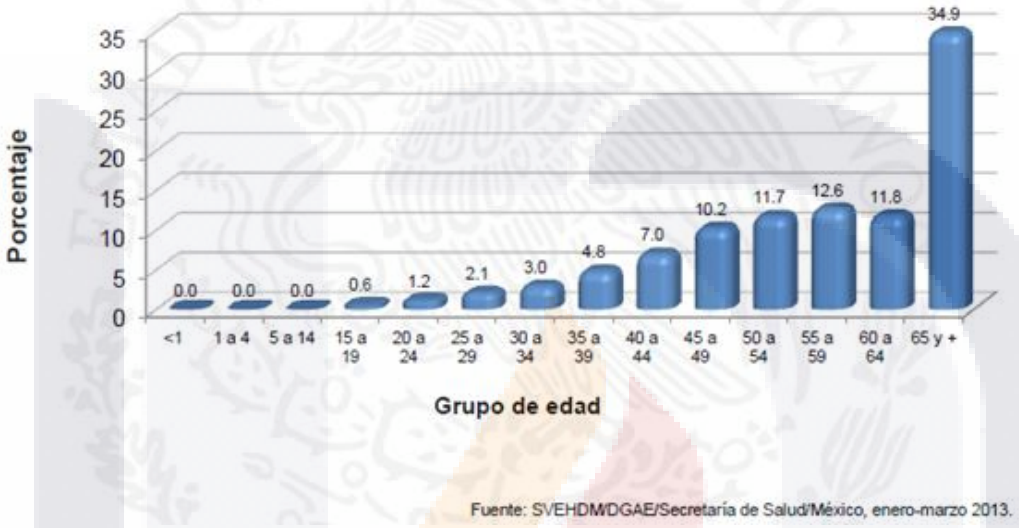


Figura 3 Casos de Hospitalización por Diabetes Mellitus por Grupo de Edad

Para clasificar el diagnóstico de los pacientes existe la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud, Décima Revisión **(CIE-10)** (OPS, 2015), la cual fue respaldada por la Cuadragésima Tercera Asamblea Mundial de la Salud en mayo de 1990 y se empezó a usar en los Estados Miembros de la Organización Mundial de la Salud (OMS) a partir de 1994.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

La Organización Panamericana de la Salud pública, (OPS, 2015) establece que el propósito del CIE es permitir el registro sistemático, el análisis, la interpretación y la comparación de los datos de mortalidad y morbilidad recolectados en diferentes países o áreas, y en diferentes momentos. La clasificación permite la conversión de los términos diagnósticos y de otros problemas de salud, de palabras a códigos alfanuméricos de 4 dígitos que facilitan su almacenamiento y posterior recuperación para el análisis de la información.

Al realizar una revisión en la clasificación se encontró que los diagnósticos propios de diabetes mellitus tipo 2 abarcan el rango de clasificación de E10x hasta E15x como se muestra en su descripción en el Anexo A.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Capítulo III. Metodología.

3.1. Introducción.

Esta investigación toma como base principal la información del *Hospital Tercer Milenio* perteneciente al *Instituto de Salud del Estado de Aguascalientes*, en su Sistema de Consulta Externa Especializada la cual genera una base de datos de los pacientes consultados que es alimentada en la consulta diaria mediante los diagnósticos del *Catálogo Internacional de Enfermedades en su versión 1*0.

Inicialmente se tomó la información del total de pacientes filtrando esa información a sólo los pacientes que fueron diagnosticados probables con Diabetes Mellitus y que en fechas futuras fueron diagnosticados confirmados, tomando información que no sea sensible a algún incidente legal, así mismo esta información se preproceso para eliminar registros de pacientes con datos incompletos así como una reducción de las variables iníciales dejando sólo las variables consideradas de importancia para el estudio.

La información seleccionada corresponde a pacientes consultados entre el año 2010 y 2015, en esta investigación se tomaron sólo datos no sensibles de los pacientes y las consultas, los cuales han sido consultados y confirmados con la *Dirección de Servicios de Salud del Instituto de Servicios de Salud del Estado de Aguascalientes*.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.2. Objeto de Estudio.

La información de la base de datos fue proporcionada por el Instituto de Servicios de Salud del Estado de Aguascalientes, mediante la Dirección de Servicios de Salud en coordinación con El Hospital Tercer Milenio y la Sub Dirección de Informática y Estadística, los cuales supervisaron que la información para esta investigación fuera información no sensible de los pacientes y las consultas realizadas del año 2010 al 2016.

La clasificación de los diagnósticos asignados en consulta a los pacientes se realiza mediante el CIE10 el cual es una combinación alfanumérica de 4 dígitos de los cuales el primero es una letra y los siguientes tres son un número consecutivo. A continuación se muestra el listado total de diagnósticos referentes a Diabetes (Anexo A).

La base de datos inicial cuenta con un registro de aproximadamente 200,000 pacientes de los cuales se seleccionaron los pacientes que fueron diagnosticados con probable Diabetes Mellitus quedando un total de más de 4000 registros, a continuación se le dio seguimiento a esos pacientes seleccionando los pacientes que fueron confirmados como confirmados con Diabetes Mellitus, para determinar nuestra población inicial se realizó un cruce de estos resultados obteniendo un total de 600 pacientes, los cuales se depuraron y analizaron para objeto de estudio inicial en esta investigación.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.3. Criterios de Selección

3.3.1. Criterios de inclusión.

En esta investigación se consideran solo datos de pacientes:

- Diagnosticados en consulta con Diabetes Mellitus mediante un Diagnóstico del CIE 10.
- Diagnosticados en una fase inicial como **Probables** y después como **Confirmados**.
- Consultados del año 2010 al 2015.
- Sin distinción de sexo, edad, estatura, medidas, etc.
- Con Datos completos de la base de datos en las variables a analizar.
- Se incluyen consultas de pacientes considerados como sanos de acuerdo al CIE 10.

3.3.2. Criterios de exclusión.

Quedan excluidos de esta investigación los pacientes:

- En consultas con diagnósticos diferentes a los de Diabetes Mellitus del CIE 10.
- Diagnosticados en una fase inicial como **Probables** y después como **No Confirmados**.
- Consultados del años anteriores al 2010.
- Con datos in completos o nulos de la base de datos en las variables a analizar.
- Se descartan consultas de pacientes no considerados como sanos, los cuales tienen relación con los diagnósticos de obesidad, hipertensión e hipotensión
- Se excluyen las consultas de pacientes con falta de datos, datos incorrectos fuera de rango y datos nulos.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.4. Definición de Variables.

Originalmente la base de datos cuenta con aproximadamente un total de 23 variables candidatas para la investigación (Tabla 9).

Tabla 9 Variables Iníciales de la Base de Datos

VARIABLES
Frecuencia Cardiaca
Frecuencia Respiratoria
Pulso
Índice de Masa Corporal
Glucemia
Temperatura
Sexo
Edad
Calle
Numero
Colonia
Estado
Municipio
Nivel Seguro Popular
Fuma
Programa Prospera
Indígena
Derechohabiencia
Estado Civil
Migrante
Religión

Después de ser consultadas con expertos en diabetes e identificadas en la literatura, se determinaron como importantes las siguientes variables de las cuales se determinaron nivel de importancia, posibles valores y su discretización:

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.4. 1 Definición Constructiva.

- **Temperatura:** es uno de los signos vitales que representa el equilibrio entre el calor producido por el metabolismo, las actividades musculares, los alimentos y el oxígeno como fuente energética y el calor que se pierde a través de la piel, los pulmones y las excretas corporales
- **Índice de Masa Corporal:** El índice de masa corporal (IMC) es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos. Se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros (kg/m^2).
- **Edad:** edad del paciente en el momento de la consulta
- **Glucemia:** la cantidad de un azúcar o glucosa en una muestra de sangre.
- **Frecuencia Cardiaca**: Es la frecuencia de vibraciones de las paredes de las arterias que se produce al pasar por estas una onda recurrente de sangre bombeada por la contracción ventricular.
- **Tensión Arterial**: Es la fuerza creada por el corazón, mantenida por la elasticidad arterial y regulada por las resistencias periféricas.
- **Sexo:** Masculino o Femenino.
- **Estado Civil:** Condición de una persona según el registro civil en función de si tiene o no pareja y su situación legal respecto a esto.
- **Deciles**: Es un nivel de clasificación otorgado por el departamento de trabajo social el cual define el nivel de apoyo económico que recibe el paciente.
- **Derechohabiencia:** Tipo de servicio o prestaciones sanitarias públicas el cual el paciente tiene derecho a recibir
- **Estado:** Colonia, municipio y estado de residencia del paciente.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.4.2. Definición Operacional.

- **Temperatura:** Es medida por medio de termómetro en un momento previo a la consulta.
- **Índice de Masa Corporal:** IMC = Peso/ $(Talla)^2$
- **Edad:** Se calcula en base a los años cumplidos en el momento de la consulta.
- **Glucemia:** Se miden por medio de una muestra de sangre ya sea en laboratorio o por dispositivo electrónico y tiras reactivas, se mide en mg/dl.
- **Frecuencia Cardiaca**: Es medida en el momento previo a la consulta y es el número de latidos por minuto.
- **Tensión Arterial**: Se mide en mmHg y es la presión ejercida por 1 milímetro (mm) de mercurio (Hg).
- **Sexo:** Masculino o Femenino.
- **Estado Civil:** Condición de una persona según el registro civil en función de si tiene o no pareja y su situación legal respecto a esto.
- **Deciles**: Es un nivel de clasificación otorgado por el departamento de trabajo social el cual define el nivel de apoyo económico que recibe el paciente.
- **Derechohabiencia:** Este dato es determinado por el departamento de trabajo social de la unidad médica u Hospital.
- **Estado:** se determina por medio el catálogo de Colonias, Municipios y Estados establecido por el INEGI el cual es capturado por el departamento de archivo.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.5. Pasos Generales para realizar la investigación:

1. Seleccionar un grupo de pacientes con el diagnóstico de Diabetes Mellitus basados en el CIE 10, simultáneamente seleccionar un grupo de pacientes considerados como sanos o sin diagnóstico relacionado con Diabetes Mellitus para poder realizar la comparación.

2. Preprocesar mediante una discretización la información de los 2 grupos antes mencionados.

3. Realizar un **Estudio Experimental** en el cual se someterán los grupos pre procesados anteriormente a la teoría de testores típicos para obtener los factores de Diabetes Mellitus.

4. Realizar de un **Estudio Transversal Analítico** mediante la comparación de los datos discretizados de un grupo pacientes con el diagnóstico de probable Diabetes Mellitus, contra los datos de estos mismo pacientes con el diagnóstico de confirmado Diabetes Mellitus.

5. Interpretar los resultados de los 2 análisis anteriores para emitir conclusiones acerca de la población analizada y hacer las recomendaciones para en un futuro tomar las acciones preventivas necesarias en la población del Estado de Aguascalientes.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.6. Marco de trabajo de la Investigación.

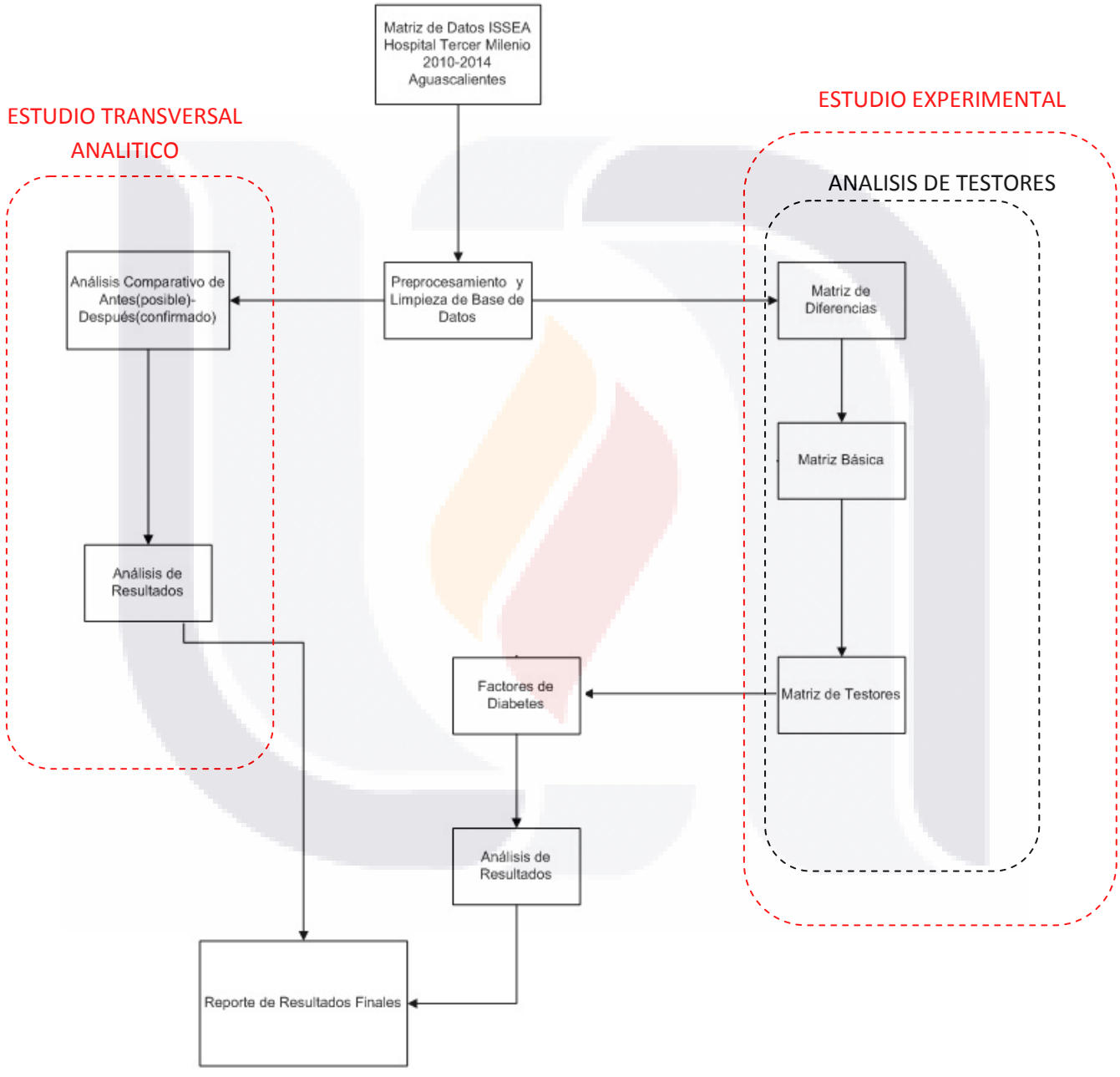


Figura 4 Marco de Trabajo de la Investigación.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.7. Preprocesamiento de la información

El preprocesamiento de la información se hizo mediante la eliminación de registros duplicados, con datos erróneos ya sea fuera de rango o nulos. A continuación se procedió a realizar consultas con las cuales se logró discretizar directamente sobre la base de datos como se muestra a continuación.

Basados en literatura tal como lo presenta (Mondelo, Enrique Torada, Comas Uriz, Castejón Vilella, & Bartolomé Lacambra, 1999) en el que menciona que la temperatura corporal dentro de sus límites es el resultado del equilibrio entre ganancias y pérdidas de calor del cuerpo situado dentro de un microclima determinado, y establece la siguiente escala de temperatura corporal (Tabla 10).

Tabla 10 : Escala de Temperatura Corporal

Escala de la temperatura corporal	
44°C	**Golpe de calor**
42°C	*convulsiones, coma
41°C	*piel caliente y seca
40°C	**Hiperpirexía**
38°C	**Intervalo aproximado de temperatura normal**
36°C	
34°C	**Sensación de frío**
33°C	**Hipotermia**
32°C	*bradicardia, hipotensión
30°C	*somnolencia, apatía
28°C	*musculatura rígida
26°C	**Límite inferior de supervivencia**

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Basado en esta escala se determinó que la **Temperatura:** Medida en grados centígrados se puede dividir en 6 niveles, 1- Limite de Supervivencia, 2- Hipotermia, 3-FrÍo, 4-Normal, 5-Hiperpirexia, 6 Golpe de Calor. La escala de discretización quedó de la siguiente manera (Tabla 11).

Tabla 11 Discretización de Temperatura Corporal

TEMPERATURA		
1	LIMITE DE SUPERVIVENCIA	<28°C
2	HIPOTERMIA	>=28°C <33°C
3	FRIO	>=33°C <36°C
4	NORMAL	>=36°C <38°C
5	HIPERPIREXIA	>=38°C <44°C
6	GOLPE DE CALOR	>=44°C

Para la edad de las personas establece (Mansilla A, 2000) una clasificación de las etapas de la vida (Tabla 12):

Tabla 12 Clasificación de Etapas de la Vida

Clasificación de etapas de la vida.		
ESTAPA PRENATAL	GESTACION-NACIMIENTO	menos de 0 años
ESTAPA FORMATIVA	NIÑEZ-ADOLESCENCIA	(0 a 17 años)
ESTAPA LABORAL	JUVENTUD	18 a 24 años
	ADULTEZ	25 a 64 años
ESTAPA ETAPA JUBILAR	SENECTOS	65 a 74 años
	ANCIANOS	75 a 95 o más años

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Tomando en cuenta lo anterior y considerando que el hospital no cuenta con atención a pacientes menores de edad para esta variable se establecieron las siguientes reglas de discretización, **Edad:** 4 niveles, 1-joven, 2- Adulto, 3- Senecto, 4-Anciano (Tabla 13).

Tabla 13 Discretización de Edad

EDAD		
1	JOVEN	<24 AÑOS
2	ADULTO	>=24 AÑOS <65 AÑOS
3	SENECTO	>=65 AÑOS <75 AÑOS
4	ANCIANO	>=75 AÑOS

Dentro de la clasificación de Hipertensión Arteria que (Parra Martínez, 2014) menciona, presenta la clasificación de niveles de la Hipertensión arterial (Tabla 14) la cual fue promulgada por La Sociedad Española de Hipertensión-Liga Española para la Lucha contra la Hipertensión Arterial.

Tabla 14 Clasificación de Hipertensión Arterial

Clasificación de niveles de HTA			
		Sistólica	**Diastólica**
1	OPTIMA	<120	<80
2	NORMAL	120-129	80-84 (prehipertensión)
3	NORMAL-ALTA	130-139	85-89 (prehipertensión)
4	GRADO 1	140-159	90-99 (ligera)
5	GRADO 2	160-179	100-109 (moderada)
6	GRADO 3	180-209	110-119 (severa)
7	GRADO4	210	120

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Para discretizar los niveles de tensión arterial se procedió a separar las lecturas de tensión Alta y tensión Baja y establecer 7 niveles de **Tensión Arterial**: 1-Tensión Optima, 2- Tensión Normal, 3- Tensión Normal Alta, 4-Hipertensión Grado 1, 5-Hipertensión Grado 2, 6-Hipertensión Grado 3, 7- Hipertensión Grado 4 (Tabla 15).

Tabla 15 Discretización de Tensión Arterial

TENSIÓN ALTA Y BAJA			
		ALTA	**BAJA**
1	TENSIÓN OPTIMA	<120	<80
2	TENSIÓN NORMAL	120-129	80-84
3	TENSIÓN NORMAL-ALTA	130-139	85-89
4	HIPERTENSIÓN GRADO 1	140-159	90-99
5	HIPERTENSIÓN GRADO 2	160-179	100-109
6	HIPERTENSIÓN GRADO 3	180-209	110-119
7	HIPERTENSIÓN GRADO 4	210	120

Respecto a la variable de frecuencia cardiaca se encontró la Clasificación de frecuencia cardiaca en reposo presentada por (Gennaro, 1983) (Tabla 16), que establece los siguientes niveles:

Tabla 16 : Frecuencia Cardiaca

Clasificación	Frecuencia Cardiaca en Reposo (latidos / Minuto)
Excelente	<=55
Muy Buena	56 - 65
Buena	66 - 70
Promedio	71 - 80
Pobre	81 - 95
Muy Pobre	>=96

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Estableciendo 6 niveles para discretizar la variable de **Frecuencia Cardiaca**: 1- Excelente, 2- Muy Buena, 3-Buena, 4-Promedio, 5-Pobre, 6- Muy Pobre (Tabla 17).

Tabla 17 Discretización de Frecuencia

Frecuencia Cardiaca		
1	EXCELENTE	<=55
2	MUY BUENA	56 - 65
3	BUENA	66 - 70
4	PROMEDIO	71 - 80
5	POBRE	81 - 95
6	MUY POBRE	>=96

En la definición de la variable de glucemia se consideró como guía el nivel que determina el ISSEA dentro del sistema de consulta, el cual establece **Glucemia:** miligramos por decilitro (mg/dl) de glucosa en sangre, esta variable se determinaron 3 niveles, 1-Sin Riesgo, 2- Normal en control, 3- Con Riesgo (Tabla 18).

Tabla 18 Discretización de Glucemia

GLUCEMIA		
1	SIN RIESGO	<100
2	NORMAL EN CONTROL	>=100<=140
3	CON RIESGO	>140

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Se tomaron de referencia de los catálogos del ISSEA los siguientes valores para las siguientes variables:

- **Deciles** es una conversión de los niveles determinados para cada paciente por el departamento de trabajo social del hospital, con los cuales se establecieron 3 niveles, 1.- El paciente tiene apoyo por parte de seguro popular, 2.- El paciente cuenta con apoyo de gobierno estatal y 3.- El paciente no cuenta con apoyo.
- **Estado Civil:** Estado civil del paciente 1-Soltero, 2-Casado, 3-Union Libre, 4-Separado, 5-Divorciado, 6-Viudo, 7-Desconocido.
- **Sexo**: 1- Masculino, 2 – Femenino
- **Derechohabiencia:** 0-Poblacion Abierta, 1-Seguro Popular, 2-IMSS, 3-ISSSTE, 4-PEMEX, 5-SECMAR, 6-Otra y 7-SMNG.
- **Índice de Masa Corporal:** 1-Desnutrido, 2-Normal, 3-Sobre Peso, 4- Obesidad.
- **Estado** Respecto a esta variable se respetaron los catálogos nacionales establecidos por el INEGI y utilizados por el ISSEA.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

A partir de esta clasificación y discretización se generó la siguiente Tabla de todas las variables con nivel, dominio de función y criterio de comparación (Tabla 19).

Tabla 19 Dominio y Criterio de Comparación de Variables

VARIABLE	NIVEL	DOM. DE FUNC.	CRIT. DE COMP.
TEMPERATURA	CLINICO	1,2,3,4,5,6	Igualdad Estricta
IMC	CLINICO	1,2,3,4	Igualdad Estricta
EDAD	CLINICO	1,2,3,4	Igualdad Estricta
GLUCEMIA	CLINICO	1,2,3	Igualdad Estricta
FC	CLINICO	1,2,3,4,5,6	Igualdad Estricta
T.ALTA Y T.BAJA	CLINICO	1,2,3,4,5,6,7	Igualdad Estricta
SEXO	CLINICO	1,2	Igualdad Estricta
ESTADOCIVIL	POBLACIONAL	1,2,3,4,5,6,7	Igualdad Estricta
DECILES	POBLACIONAL	1,2,3	Igualdad Estricta
DERECHOHABIENCIA	POBLACIONAL	1,2,3,4,5,6,7,8	Igualdad Estricta
ESTADO	POBLACIONAL	1-32(CATALOGO)	Igualdad Estricta

3.8. Estudio Experimental

Como se explicó en el Marco Teórico para realizar el Análisis de Testores se siguieron los siguientes pasos:

1. Las matrices de aprendizaje las cuales contienen la información de dos clases distintas definidas anteriormente como MA1 la cual contiene la información de los pacientes diagnosticados con Diabetes Mellitus y MA2 la cual contiene la información de los pacientes con diagnóstico diferente y sin relación a Diabetes Mellitus.

2. En el siguiente paso se genera la matriz de diferencias la cual está conformada por las diferencias entre los datos discretizados de las matrices de aprendizaje antes mencionadas, estas comparaciones son rasgo a rasgo para cada par de objetos de clases distintas.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

3. A partir de esta matriz se obtiene la Matriz Básica la cual contiene solamente las diferencias básicas encontradas en la matriz de diferencias, por lo cual la matriz de diferencias es reducida a su mínima expresión, eliminando duplicados, descartando las subfilas o menores, las cuales son incomparables o mínimas.

4. A continuación se genera una Matriz de Testores, la cual contiene todas las posibles combinaciones de los n-bits que conforma el número de variables comparadas en este estudio experimental, cada uno de estos elementos es comparado con cada una de las filas de la matriz básica para determinar su condición de **testor** o **no testor** como se explica en el Marco Teórico en la sección de Testores Típicos.

5. Después se obtiene la Matriz de Testores típicos las cual se genera al reducir a su mínima expresión la matriz de testores, para proceder a determinar el peso informacional de los datos obtenidos.

6. Obtenido el conjunto de todos los testores típicos, se continua a la valoración de los subconjuntos de características mediante el cálculo del peso informacional de las variables que conforman los testores típicos encontrados.

3.9. Estudio Transversal Analítico (probables-confirmados diabéticos)

Este estudio se realizo por medio del análisis de información de las variables de pacientes en dos etapas la primera es de los identificados como probables a padecer la patología y la segunda es de los mismos pacientes confirmados de padecer la patología en una fecha posterior.

Se discretizaron los datos de las variables del los pacientes para poder y se realizaron pruebas estadísticas como son la prueba de homocedasticidad o homogeneidad de varianzas y normalidad, para después analizar las variables por estadística paramétrica o no-paramétrica según sea el caso del resultado, y así obtener que variables son estadísticamente significativas y finalmente se emitir el reporte de resultados.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.10. Cálculo del Tamaño de la Muestra.

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{e^2(N-1)+\sigma^2 Z^2}$$

ECUACIÓN 6

Donde

N=1666
Z=2.58 (suponiendo una confianza de 99%)
σ= 0.5
e=0.05 (suponiendo un error de 5%)

$$n = \frac{1666(0.5)^2(2.58)^2}{(0.05)^2(1665)+(0.5)^2(2.58)^2} \qquad n = 475.81$$

ECUACIÓN 7

Por lo tanto **n** puede ser de un tamaño de 500 Pacientes.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPITULO VI. RESULTADOS

Capítulo IV. Resultados.

4.1. Algoritmos del Estudio Experimental.

En esta sección se presenta el algoritmo de manera general y detallado, el cual se desarrollado como resultado de implementar heurística del enfoque lógico combinatoria, mediante este se proceso la información debidamente discretizada de la muestra obtenida anteriormente de 500 pacientes confirmados con diabetes mellitus.

En general el proceso para obtención de testores, la heurística elaborada es el siguiente:

1. GENERAR MA1 Y MA2 MEDIANTE LA EXTRACCION DE LOS DATOS DE LA BASE DE DATOS.
2. GENERAR MD MEDIANTE LA COMPARACION DE LAS MATRICES MA1 Y MA2
3. GENERAR MB APARTIR DE MD
4. ENCONTRAR MT A TRAVEZ DE LA COMPARACION DE MB Y MBIN
5. REDUCIR MT A MTT

Donde:
MA1: Matriz de aprendizaje grupo 1.
MA2: Matriz de aprendizaje grupo 2.
MD: Matriz de diferencias.
MB: Matriz básica.
MBIN: matriz de las posibles combinaciones de 12 bits.
MT: Matriz de testores.
MTT: Matriz de testores típicos.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPITULO VI. RESULTADOS

A continuación se describen los algoritmos para generar paso a paso las matrices las cuales son necesarias para realizar el análisis por **Testores Típicos**

1.- ALGORTIMO PARA GENERAR MA1 Y MA2:

```
ABRIR ARCHIVO MA1 (MATRIZ DE APRENDIZAJE GRUPO1)
ABRIR ARCHIVO MA2 (MATRIZ DE APRENDIZAJE GRUPO2)

SELECCIONAR 500 CONSULTAS CON DIABETES
PARA 500 DIABETICOS
INICIO
        LEER REGISTRO DE CONSULTA
        ESCRIBIR EN ARCHIVO DE TEXTO MA1
        AVANZAR SIGUIENTE REGISTRO DE CONSULTA
FIN

SELECCIONAR 500 CONSULTAS COMO SANOS
PARA 500 SANOS
INICIO
        LEER REGISTRO DE CONSULTA
        ESCRIBIR EN ARCHIVO DE TEXTO MA2
        AVANZAR SIGUIENTE REGISTRO DE CONSULTA
FIN

CERRAR ARCHIVO MA1 (MATRIZ DE APRENDIZAJE GRUPO1)
CERRAR ARCHIVO MA2 (MATRIZ DE APRENDIZAJE GRUPO2)
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPITULO VI. RESULTADOS

2.- ALGORITMO PARA GENERAR MD:

```
ABRIR ARCHIVO MA1 (MATRIZ DE APRENDIZAJE GRUPO1)
ABRIR ARCHIVO MA2 (MATRIZ DE APRENDIZAJE GRUPO2)
ABRIR ARCHIVO MD (MATRIZ DE DIFERENCIAS)

MIENTRAS NO ACABE MA1
INICIO
        MIENTRAS NO ACABE MA2
        INICIO
                MIENTRAS NO ACABE LONGITUD DE MA1
                INICIO
                        COMPARAR CARÁCTER
                        SI ES IGUAL INICIO ESCRIBIR '0' FIN
                        SI ES DIFERENTE INICIO ESCRIBIR '1' EN TEMPTEXT FIN
                FIN
                ABRIR VMD
                MIENTRAS NO ACABE VMD
                INICIO
                        COMPARAR VALOR DE TEMPTEXT CON VMD
                FIN
                SI VALOR DE TEMPTEX EXISTE EN VMD
                INICIO
                        ESCRIBIR TEMPTEXT EN VMD
                FIN
        FIN
        AVANZAR AL  LA SIG LINEA DE MA1
FIN

ABRIR VMD
MIENTRAS NO ACABE VMD
INICIO
        ORDENAR POR METODO DE BURBUJA
        ESCRIBIR LINEA DE TEXTO EN MD
FIN
CERRAR ARCHIVO MA1 (MATRIZ DE APRENDIZAJE GRUPO1)
CERRAR ARCHIVO MA2 (MATRIZ DE APRENDIZAJE GRUPO2)
CERRAR ARCHIVO MD (MATRIZ DE DIFERENCIAS)
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPITULO VI. RESULTADOS

3.- ALGORITMO PARA GENERAR MB:

```
ABRIR ARCHIVO MD
MIENTRAS NO ACABE MD
INICIO
        LEER LINEA DE MD
        GUARDAR LINEA DE MD EN VMD
        AVANZAR SIGUIENTE LINEA DE MD
FIN

CERRAR MD
ABRIR MD
MIENTRAS NO ACABE MD
INICIO
        LEER POSICIONES DE '1'
        GUARDAR POSICIONES DE '1' EN VTEMPORAL1
        MIENTRAS NO ACABE VMD
        INICIO
                LEER POSICIONES DE '1'
                GUARDAR POSICIONES DE '1' EN VTEMPORAL2
                COMPARAR POSICIONES DE VETEMPORAL Y VTEMPORAL2
                SI NO CONTIENE LOS MISMOS '1'
                INICIO
                        ESCRIBIR EN MB
                FIN
                SI NO CONTIENE LOS MISMOS '1'
                INICIO
                        NO ESCRIBIR EN MB
                FIN
                AVANZAR EN VMD
        FIN
        AVANZAR EN MD
FIN

CERRAR MD
CERRAR MB
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPITULO VI. RESULTADOS

4.- ALGORITMO PARA ENCONTRAR MT

```
ABRIR ARCHIVO MB (MATRIZ BASICA)
ABRIR  ARCHIVO MT (MATRIZ DE TESTORES)
ABRIR  ARCHIVO MBIN (MATRIZ DE BINARIOS 13 BITS)

MIENTRAS NO ACABE MB
INICIO
        LEER LINEA DE MB
        GUARDAR LINEA DE MB EN VMB
        AVANZAR SIGUIENTE LINEA DE MB
FIN

MIENTRAS NO ACABE MBIN
INICIO
        MIENTRAS NO ACABE LONGITUD DE MBIN
        INICIO
                GUARDAR POSICIONES DE '1' EN VBIN
        FIN

        VEREDICTO 'TESTOR'

        MIENTRAS NO ACABE VMB
        INICIO
                SUMAR VALOR DE LAS POSICIONES DE VBIN EN VMB
                SI VALOR ES <1 ENTONCES
                INICIO
                        VEREDICTO 'NO TESTOR'
                FIN
        FIN

        SI VEREDICTO= 'TESTOR'
        INICIO
                ESCRIBIR MBIN EN MT
        FIN
AVANZAR EN MBIN
FIN

CERRAR ARCHIVO MB (MATRIZ BASICA)
CERRAR  ARCHIVO MT (MATRIZ DE TESTORES)
CARRAR  ARCHIVO MBIN (MATRIZ DE BINARIOS 13 BITS)
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPITULO VI. RESULTADOS

5.- ALGORITMO PARA REDUCIR MT A MTT:

```
ABRIR ARCHIVO MT (MATRIZ DE TESTORES)
ABRIR ARCHIVO MTT (MATRIZ DE TESTORES TIPICOS)

MIENTRAS NO ACABE MT
INICIO
        LEER LINEA DE MT
        GUARDAR LINEA DE MT EN VMT
        AVANZAR SIGUIENTE LINEA DE MDTFIN

CERRAR MT
ABRIR MT
MIENTRAS NO ACABE MT
INICIO
        LEER POSICIONES DE '1'
        GUARDAR POSICIONES DE '1' EN VETEMPORAL1
        MIENTRAS NO ACABE VMT
        INICIO
                LEER POSICIONES DE '1'
                GUARDAR POSICIONES DE '1' EN VTEMPORAL2
                COMPARAR POSICIONES DE VETEMPORAL Y VTEMPORAL2
                SI NO CONTIENE LOS MISMOS '1'
                INICIO
                        ESCRIBIR EN MTT
                FIN
                SI NO CONTIENE LOS MISMOS '1'
                INICIO
                        NO ESCRIBIR EN MTT
                FIN
                AVANZAR EN VMT
        FIN
        AVANZAR EN MT
FIN

CERRAR ARCHIVO MT
CERRAR ARCHIVO MTT
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPITULO VI. RESULTADOS

4.2. Resultados y Discusión del Estudio Experimental.

Este estudio experimental se realizó donde ya se conocía un grupo de pacientes con la patología y un grupo que la padecían, de los cuales se analizaron un total de 12 variables la cuales fueron la frecuencia cardiaca, la tensión arterial alta, la tensión arterial baja, la temperatura, el índice de masa corporal, la glucemia, el sexo, la edad, el estado de residencia, el decil y el estado civil del paciente.

Como resultado del análisis se identificaron a la frecuencia cardiaca (FC), tensión arterial alta (TALTA), tensión arterial baja (TBAJA) y la glucemia (GLUCEMIA) como las mas importante y las cuales presentaron un peso informacional del 100%, además se encontró a la temperatura (TEMPERATURA), el índice de masa corporal (IMC), la edad (EDAD), deciles (DECILES) y estado civil (ESTADOCIVIL), con un peso informacional del 50%, como se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 20 Peso Informacional de Variables Analizadas por Testores

X1	FC	100%
X2	TALTA	100%
X3	TBAJA	100%
X4	TEMPERATURA	50%
X5	IMC	50%
X6	GLUCEMIA	100%
X8	EDAD	50%
X10	DECILES	50%
X12	IDESTADOCIVIL	50%

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPITULO VI. RESULTADOS

Comenzando con el análisis de los resultados del experimento de testores, una de las variables encontradas con mayor peso informacional es la frecuencia cardiaca (FC) en la cual solo un 10% de los diabéticos presentan una frecuencia cardiaca buena en comparación con el 13% del grupo analizado de pacientes sanos, así como en frecuencia cardiaca pobre se encontró un 12% del total de la población diabética contra solo el 9% de la población de pacientes sanos, de ahí proviene el por qué el análisis de testores nos indica esa ponderación en peso informacional.

Otro hallazgo fue el de la tensión arterial en la cual los niveles de hipertensión tanto en hipertensión arterial baja como alta son mayores en el grupo de diabéticos respecto al grupo de pacientes sanos, encontrando que en la variable de tensión arterial alta (TAA) el 25% de los pacientes diabéticos presentan hipertensión grado 1 en comparación de solo el 8% del grupo de los pacientes sanos; otro dato a considerar es que 5% de la población del grupo de pacientes diabéticos presenta hipertensión grado 2 en comparación con el grupo de los pacientes sanos, para quienes solo llega a menos del 1%. En lo que respecta a la tensión arterial baja la diferencia de importancia está en la hipertensión grado 1 la cual es de 15% en la población de diabéticos y un 5% menor en la población de sanos, esto debido a que la hipertensión es una patología que acompaña constantemente a la diabetes.

Respecto a la glucemia se puede argumentar que su importancia determinada por testores es debido a dos clasificaciones con grandes diferencias, la primera es el de las personas sin riesgo de padecer diabetes la cual es solo de un poco más del total de la mitad del grupo de pacientes diabéticos en comparación con el 91% del grupo de los pacientes sanos, así mismo la clasificación de personas con riesgo diabético asciende al 30% del grupo de los pacientes diabéticos en comparación con solo del 3% del grupo de los pacientes sanos.

En el grupo de las variables que presentaron un peso informacional del 50% encontramos la temperatura corporal (TC), la cual solo presenta diferencias mínimas de 3 a 4% de diferencia entre el grupo de pacientes diabéticos y el grupo de pacientes sanos, esta diferencia puede ser debido a que la información de la consulta no fue intencionada para fines de esta investigación y estos pueden ser de cualquier tipo de consulta externa especializada.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPITULO VI. RESULTADOS

En la variable de índice de masa corporal (IMC), las diferencias en esta variable radican en el nivel de sobrepeso el cual es de un 50% del grupo de pacientes diabéticos y de solo 43% en el grupo de los pacientes sanos otra diferencia notable esta en el nivel de obesidad el cual es de 35% en el grupo de pacientes diabéticos y del 30% en el grupo de los pacientes sanos.

Analizando la variable de edad (EDAD) se localizaron diferencias mínimas pero no insignificantes las cuales son de un 20% en el grupo de diabéticos y del 12% en el grupo de los pacientes sanos respecto la clasificación de personas en la senectud, y una diferencia de un 2% menos en referencia al 10% encontrado en el grupo de los pacientes diabéticos, ya que a mayor edad mayor riesgo de padecer esta patología.

En la variable de estado civil (ESTADOCIVIL) podemos aseverar que la importancia marcada por el experimento de testores reside en las comparaciones de personas casadas, la cual es de 65% en el grupo de los pacientes diabéticos y del 54% en el grupo de pacientes sanos, respecto a las personas en unión libre se encontró una diferencia del 3%, respecto al 3.5% del grupo de pacientes diabéticos en comparación al grupo de pacientes sanos, esto puede deberse al sedentarismo el cual es más común en pacientes casados en contraste con los pacientes solteros o en unión libre.

En relación a la variable de deciles solo se encontró diferencia en las personas que cuentan con apoyo económico del gobierno del estado, la cual es solo de un 1% menor en el grupo de pacientes diabéticos respecto al 3% del grupo de los pacientes sanos.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPITULO VI. RESULTADOS

4.3. Análisis y Resultados del Estudio Transversal Analítico Pareado.

Se determinó este estudio transversal analítico pareado ya que se tiene un antes y después del mismo grupo de pacientes.

Este estudio se realizó por medio del procesamiento por medio de la herramienta estadística SPSS con la cual se analizó la información de pacientes identificados inicialmente con diagnóstico Probable de Diabetes Mellitus y que en el transcurso de un tiempo se les identificó con un diagnóstico de Confirmado Diabetes Mellitus.

Se consideraron las variables FC, TAA, TAB, TEMP, IMC, GLUCEMIA, EDAD, EDAD2, COLONIA2 las cuales son las más importantes encontradas, éstas fueron discretizadas de igual manera como en el estudio experimental anteriormente visto, estos datos se sometieron a pruebas de normalidad para saber cuál de estas poseen una distribución normal y es candidata a usar estadística paramétrica (Tabla 21).

Tabla 21 Prueba de Normalidad

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Edad Antes	0.06	197	0.085	0.992	197	0.38
Edad Después	0.05	197	.200*	0.991	197	0.234

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPITULO VI. RESULTADOS

Cuando la significación es mayor que .05 se dice que tiene un comportamiento normal, y utilizando kolmogorov-smirnof y shapiro-wilk se obtuvo 0.234 y por lo cual la edad en prueba de normalidad presenta esta característica.

A continuación (Tabla 22) se realizó la prueba de Homogeneidad de de Varianzas para comprobar la característica de homocedasticidad.

Tabla 22 Prueba de Homogeneidad de Varianzas

Test of Homogeneity of Variances

Edad Antes y Después

LeveneStatistic	df1	df2	Sig.
.001	1	392	.971

Al cumplir con la característica de la prueba de homogeneidad de varianzas en la cual el nivel de significancia es mayor de 0.05 se dice que la variable es homocedástica, y además es normal, se concluyó que la variable de edad se puede analizar por medio de estadística paramétrica.

Las demás variables deben analizarse con estadística no paramétrica por tratarse de variables que no cumplen con ambas consideraciones (normalidad y homocedasticidad) aún tratándose de variables escalares.

Por otro lado, variables nominales u ordinales tienen otros criterios de selección de pruebas estadísticas

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPITULO VI. RESULTADOS

Se realizó prueba de muestras pareadas (Tabla 23), la cual compara dos medias de población que están correlacionadas.

Tabla 23 Prueba de Muestras Pareadas

PairedSamples Test									
		PairedDifferences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% ConfidenceInterval of theDifference				
					Lower	Upper			
Pair 1	edad	-1.244	1.512	0.108	-1.456	-1.031	-11.542	196	0

De las pruebas anteriores, podemos considerar que la variable de edad demuestra modificaciones estadísticas entre el antes y después en el grupo de casos y controles, con una probabilidad < 0.05, por lo cual al incrementar la edad incrementa la probabilidad de presentar la patología.

A continuación se analizaron con estadística no-paramétrica las demás variables, por medio de pruebas con Wilcoxon-Mann Whitney (Tabla 24) se encontró una diferencia estadística entre el grupo de pacientes antes de ser diagnosticados con diabetes y después de habérseles diagnosticado con este padecimiento, principalmente en el índice de masa corporal.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPITULO VI. RESULTADOS

Tabla 24 Prueba Wilcoxon, Mann-Whitney

Test Statistics[a]		Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
	fc	17933.5	37436.5	-1.492	0.136
	taa	19094.5	38597.5	-0.277	0.782
	tab	17916.5	37419.5	-1.35	0.177
	temp	18403.5	37906.5	-1.255	0.209
	imc	16177	35680	-3.138	0.002
	glucemia	17637	37140	-1.92	0.055
	sexo	19404.5	38907.5	0	1
	colonia	19404.5	38907.5	0	1
	cd	19404.5	38907.5	0	1
	deciles	19404.5	38907.5	0	1
	idderechoh	19404.5	38907.5	0	1
	idedocivil	19404.5	38907.5	0	1

Se encontró que la variable de IMC estadísticamente es significativa ya que es menor de 0.05, otra variable es la de la glucemia la cual es estadísticamente cercana al límite y es una variable considerablemente observable cuando se considera una confianza por debajo del 95%.

Otro resultado visible es el de la glucemia, aunque con diferencia empírica pero aparentemente sustancial, no resulto ser estadísticamente significativa ya que se encuentra en el límite de la significancia, sin embargo, en términos de ser condicional, esta variable puede determinar el cambio de estado del paciente de ser probable a confirmado de padecer la patología.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPITULO V. CONCLUSIONES

Capítulo V. Conclusiones.

5.1. Conclusiones.

En este apartado se muestra las conclusiones generales obtenidas a través de esta investigación.

Se logró el objetivo general de identificar y ponderar los factores de riesgo de los pacientes con la patología de diabetes mellitus, además se alcanzo el objetivo específico 1 mediante el desarrollo, implementación y puesta a punto de un algoritmo de testores con el que se determinó el peso informacional y el nivel de importancia de cada variable analizada.

Se acepta la hipótesis 1 ya que por medio de los testores se logró la identificación y ponderación de los factores de diabetes mellitus.

Mediante el alcance del objetivo específico 4 se analizó la información resultante y se establecieron las siguientes conclusiones.

Se alcanzó el objetivo especifico 2 por medio de los testores, los cuales indicaron que las variables de frecuencia cardíaca, tensión arterial y glucemia son las de mayor importancia con un 100% de peso informacional y ponderando como de mediana importancia con un peso informacional de 50% a las variables de temperatura, índice de masa corporal, edad, deciles y estado civil.

Mencionado lo anterior se puede descartar al índice de masa corporal como principal factor de comparación de pacientes diabéticos contra sanos, ya que los testores no lo determinan como uno de los factores con 100% de peso informacional dejando sólo a la frecuencia cardiaca y a la tensión arterial como los factores que se pretendía comprobar si tenían una estrecha relación con la diabetes mellitus.

En referencia a la tensión arterial, los testores la determinaron como variable de importancia, por lo que se puede mencionar es mucho mayor la incidencia de pacientes con hipertensión arterial grado 1, 2 y 3 en la población de pacientes con diabetes mellitus y menor en la población de pacientes sanos.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPITULO V. CONCLUSIONES

En relación a la variable estado, los testores no la determinaron como de importancia ya que la información en más de un 90% pertenece al estado de Aguascalientes por lo que no determina un cambio entre pacientes con diabetes mellitus y pacientes sanos.

Se acepta la hipótesis 3, ya que se encontró evidencia suficiente en los estudios realizados para afirmar que la frecuencia cardiaca, la tensión arterial y el índice de masa corporal son factores altamente relacionados con el diagnóstico de diabetes mellitus.

Otra variable interesante que los testores determinaron fue el estado civil, en la cual se ven diferencias muy marcadas, ya que se encontró que los pacientes casados son más propensos a padecer diabetes mellitus y que los pacientes solteros son menos propensos a padecer esta patología.

Se obtuvieron sólo como factores de importancia en el estudio transversal analítico la edad y el índice de masa corporal, los cuales son estadísticamente significantes, y se rechaza la hipótesis con la que se buscaba determinar si la hipertensión, el incremento de glucemia e incremento de índice de masa corporal eran determinantes en el desarrollo de diabetes mellitus, encontrándose que sólo el índice de masa corporal es determinante en pacientes que pasaron de ser probables a confirmados, ya que el estudio analítico transversal lo determinó como una variable estadísticamente significante.

Con respecto a la hipótesis 2 se encontró que la edad es un factor determinante para el desarrollo de diabetes mellitus, sin embargo no se encontró evidencia de que el género lo sea.

Se alcanzó el objetivo específico 3 y paralelamente se encontró la evidencia suficiente para aceptar la hipótesis 4, la cual afirma que la hipertensión, el incremento en glucemia, el aumento en índice de masa corporal y el género son factores importantes en la determinación del diagnóstico de diabetes mellitus.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPITULO V. CONCLUSIONES

En comparación con los factores comúnmente asociados a la diabetes se puede afirmar que:

El estudio experimental de testores arrojo que la variable de frecuencia cardiaca es de suma importancia, lo cual no coincide con los factores comúnmente asociados a la diabetes mellitus los cuales son la obesidad, la hipertensión arterial, los altos niveles de glucemia y la edad. Lo cual deja la pauta para las investigaciones futuras de esta patología. Respecto al estudio transversal analítico el cual analiza el estado probable al confirmado de la patología, aquí se encontraron coincidentes las variables estadísticamente significativas de edad e índice de masa corporal, confirmando que estas variables son determinantes del desarrollo de diabetes mellitus.

Por último se determinó que los factores que coinciden totalmente tanto en los estudios realizados como en la literatura son solo la glucemia, la tensión arterial, la edad y el índice de masa corporal del paciente.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXOS

ANEXO A.

DIAGNOSTICOS DE DIABETES MELLITUS CIE10	
E10	Diabetes mellitus insulinodependiente
E100	Diabetes mellitus insulinodependiente, con coma
E101	Diabetes mellitus insulinodependiente, con cetoacidosis
E102	Diabetes mellitus insulinodependiente, con complicaciones renales
E103	Diabetes mellitus insulinodependiente, con complicaciones oftálmicas
E104	Diabetes mellitus insulinodependiente, con complicaciones neurológicas
E105	Diabetes mellitus insulinodependiente, con complicaciones circulatorias periféricas
E106	Diabetes mellitus insulinodependiente, con otras complicaciones especificadas
E107	Diabetes mellitus insulinodependiente, con complicaciones múltiples
E108	Diabetes mellitus insulinodependiente, con complicaciones no especificadas
E109	Diabetes mellitus insulinodependiente, sin mención de complicación
E11	Diabetes mellitus no insulinodependiente
E110	Diabetes mellitus no insulinodependiente, con coma
E111	Diabetes mellitus no insulinodependiente, con cetoacidosis
E112	Diabetes mellitus no insulinodependiente, con complicaciones renales
E113	Diabetes mellitus no insulinodependiente, con complicaciones oftálmicas
E114	Diabetes mellitus no insulinodependiente, con complicaciones neurológicas
E115	Diabetes mellitus no insulinodependiente, con complicaciones circulatorias periféricas
E116	Diabetes mellitus no insulinodependiente, con otras complicaciones especificadas
E117	Diabetes mellitus no insulinodependiente, con complicaciones múltiples
E118	Diabetes mellitus no insulinodependiente, con complicaciones no especificadas
E119	Diabetes mellitus no insulinodependiente, sin mención de complicación
E12	Diabetes mellitus asociada con desnutrición
E120	Diabetes mellitus asociada con desnutrición, con coma
E121	Diabetes mellitus asociada con desnutrición, con cetoacidosis
E122	Diabetes mellitus asociada con desnutrición, con complicaciones renales
E123	Diabetes mellitus asociada con desnutrición, con complicaciones oftálmicas
E124	Diabetes mellitus asociada con desnutrición, con complicaciones neurológicas
E125	Diabetes mellitus asociada con desnutrición, con complicaciones circulatorias periféricas
E126	Diabetes mellitus asociada con desnutrición, con otras complicaciones especificadas
E127	Diabetes mellitus asociada con desnutrición, con complicaciones múltiples
E128	Diabetes mellitus asociada con desnutrición, con complicaciones no especificadas
E129	Diabetes mellitus asociada con desnutrición, sin mención de complicación

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXOS

DIAGNOSTICOS DE DIABETES MELLITUS CIE10	
E13	Otras diabetes mellitus especificadas
E130	Otras diabetes mellitus especificadas, con coma
E131	Otras Diabetes mellitus especificadas, con cetoacidosis
E132	Otras diabetes mellitus especificadas, con complicaciones renales
E133	Otras diabetes mellitus especificadas, con complicaciones oftálmicas
E134	Otras diabetes mellitus especificadas, con complicaciones neurológicas
E135	Otras diabetes mellitus especificadas, con complicaciones circulatorias periféricas
E136	Otras diabetes mellitus especificadas, con otras complicaciones especificadas
E137	Otras diabetes mellitus especificadas, con complicaciones múltiples
E138	Otras diabetes mellitus especificadas, con complicaciones no especificadas
E139	Otras diabetes mellitus especificadas, sin mención de complicación
E14	Diabetes mellitus, no especificada
E140	Diabetes mellitus no especificada, con coma
E141	Diabetes mellitus no especificada, con cetoacidosis
E142	Diabetes mellitus no especificada, con complicaciones renales
E143	Diabetes mellitus no especificada, con complicaciones oftálmicas
E144	Diabetes mellitus no especificada, con complicaciones neurológicas
E145	Diabetes mellitus no especificada, con complicaciones circulatorias periféricas
E146	Diabetes mellitus no especificada, con otras complicaciones especificadas
E147	Diabetes mellitus no especificada, con complicaciones múltiples
E148	Diabetes mellitus no especificada, con complicaciones no especificadas
E149	Diabetes mellitus no especificada, sin mención de complicación
O24	Diabetes mellitus en el embarazo
O240	Diabetes mellitus preexistente insulinodependiente, en el embarazo
O241	Diabetes mellitus preexistente no insulinodependiente, en el embarazo
O242	Diabetes mellitus preexistente relacionada con desnutrición, en el embarazo
O243	Diabetes mellitus preexistente, sin otra especificación, en el embarazo
O244	Diabetes mellitus que se origina con el embarazo
O249	Diabetes mellitus no especificada, en el embarazo

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXOS

ANEXO B.

PRUEBA DE MUESTRAS PAREADAS

PairedSamplesStatistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Fc	77.09	197	4.908	.350
	fc2	80.30	197	50.990	3.633
Pair 2	Taa	133.79	197	21.442	1.528
	taa2	134.47	197	17.507	1.247
Pair 3	Tab	80.01	197	13.623	.971
	tab2	78.31	197	11.874	.846
Pair 4	Temp	36.29	197	2.351	.168
	temp2	35.94	197	4.035	.287
Pair 5	Imc	3.06	197	.690	.049
	imc2	3.25	197	.800	.057
Pair 6	Glucemia	101.72	197	47.842	3.409
	glucemi2	96.44	197	72.049	5.133
Pair 7	Edad	58.52	197	13.451	.958
	edad2	59.76	197	13.545	.965

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXOS

Test Statistics[a]		Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
	fc	17933.5	37436.5	-1.492	0.136
	taa	19094.5	38597.5	-0.277	0.782
	tab	17916.5	37419.5	-1.35	0.177
	temp	18403.5	37906.5	-1.255	0.209
	imc	16177	35680	-3.138	0.002
	glucemia	17637	37140	-1.92	0.055
	sexo	19404.5	38907.5	0	1
	colonia	19404.5	38907.5	0	1
	cd	19404.5	38907.5	0	1
	deciles	19404.5	38907.5	0	1
	idderechoh	19404.5	38907.5	0	1
	idedocivil	19404.5	38907.5	0	1

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía.

Aguila, F. L., & Ruiz, S. J. (1984). *Algoritmo MB para la elaboración de la informacion k-valente en Problemas de Reconocimiento de Patrones*. *Revista Ciencias Matemáticas* (Vol. V3). Habana, Cuba.

Alba, C., Santana, R., Ochoa, R., & Lazo, C. M. (2000). Finding Typical Testors By Using an Evolutionary Strategy. *Proceedings of V Iberoamerican Workshop on Pattern Recognition*, 267–278.

Ávila, M. H., Gutiérrez, J. P., & Noverón, N. R. (2013). Diabetes mellitus en México. El estado de la epidemia. *Centro de Investigación En Evaluación Y Encuestas, Instituto Nacional de Salud Pública*, 2.

Blesa, M. J., Blum, C., Roli, A., & Sampels, M. (2005). Hybrid Metaheuristics: Second International Workshop. *LNCS*, *3636*.

Blum, C., & Roli, A. (2004). Proceedings of the First International Workshop on Hybrid Metaheuristics. *International Workshop on Hybrid Metaheuristics*.

Bravo Martinez, A. (1983). Algoritmo CT para el cálculo de los testores típicos de una matriz kvalente. *Revista Ciencias Matemáticas*, *4*(Cuba), 123–144.

Cheguis, I. A., & Yablonskii, S. V. (1955). About testors for electrical outlines. *Uspieji Matematicheskij*, *Nauk 4*, 188–184.

Dmitriev, A. N., Zhuravlev, Y. I., & Krendeleiev, F. P. (1966). On the mathematical principles of patterns and phenomena classification. In *Diskretnyi Analiz 7* (pp. 3–15). Novosibirsk, Russia.

FID, F. I. (2015). Factores de Riesgo asociados a diabetes mellitus. Retrieved from

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

BIBLIOGRAFÍA

http://www.idf.org/node/26455?language=en

Gennaro, J. D. (1983). *The New Physical Fitness: Exercise for Everybody 1983*. Englewood, Colorado: Morton Publishing Company.

Herrera, F. C. de la C. e I. A. U. de G. X. C. de la A. E. de I. A. (2009). Introducción a los Algoritmos Metaheurísticos. *Soft Computing and Intelligent Information Systems*.

INEGI, I. N. de. (2011). *ESTADÍSTICAS A PROPÓSITO DEL DÍA MUNDIAL DE LA DIABETES*.

Lemmens, N., de Jong, S., Tuyls, K., & Nowe, A. (2007). A Bee Algorithm for Multi-Agent Systems. *Recruitment and Navigation Combined, In Proceedings of AAMAS 2007*.

Mansilla A, M. E. (2000). *No Title*. *Revista de Investigación en Psicología*. Lima, Peru.

Mondelo, P. R., Enrique Torada, G., Comas Uriz, S., Castejón Vilella, E., & Bartolomé Lacambra, E. (1999). Confort y Estrés Térmico. In *Ergonomía 2* (p. 19,20). España: Alfaomega.

MU. (2013). Factores de riesgo para la diabetes tipo 2. Retrieved from http://umm.edu/Health/Medical/SpanishEncy/Articles/Factores-de-riesgo-para-la-diabetes-tipo-2#ixzz3cTC6YmlR

Narendra, P. M., & Fukunaga, K. (1977). A branch and bound algorithm for feature subset selection. *IEEE Transactions on Computers*, *26*, 917–922.

OPS. (2015). Clasificación Internacional de las Enfermedades. Retrieved from http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=3561%3Aclasificacion-internacional-enfermedades-cie&catid=2641%3Acha-clasificacion-internacional-enfermedades-cie&Itemid=2560&lang=en

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

BIBLIOGRAFÍA

Parra Martínez, C. (2014). *Planificación trimestral del entrenamiento para un paciente con hipertensión arterial*. *EFDeportes.com Revista Digital*. Buenos Aires.

Raidl, R. (2006). A Unified View on Hybrid Metaheuristics. *Hybrid Metaheuristics (LNCS 4030)*, 1–12. http://doi.org/10.1007/11890584_1

Rodríguez Bocca, P. (2008). *Metaheurísticas y Optimización sobre Redes: Introducción y Fundamentos*. *Facultad de Ingeniería Universidad de la Republica INRIA*. Rennes, Francia.

Sanchez Diaz, G., & Lazo Cortez, M. (2008). CT-EXT: An Algorithm for Computing Typical Testor Set, 506–514.

Sánchez, D. G., & Lazo, C. M. (2002). Modificaciones al algoritmo BT para mejorar sus tiempos de ejecucion. *V 20*, 129–136.

Santiesteban, A., & Pons, P. A. (2003). Lex: Un Nuevo Algoritmo para el Cálculo de los Testores Típicos. *Revista Ciencias Matemáticas V 21*, 88–95.

Shulcloper, J. R., Águila, F. I., & Bravo, M. A. (1985). Algoritmos BT y TB para el cálculo de todos los testores típicos. *Revista Ciencias Matemáticas*, *2*, 11–18.

Shulcloper, J. R., Alba, C., & Lazo, C. (1995a). *Introducción a la teoría de testores típicos*. *Serie Verde* (Vol. 50). Ciudad de México.

Shulcloper, J. R., Alba, C., & Lazo, C. (1995b). Introducción al reconocimiento de Patrones: Enfoque Lógico Combinatorio. *Serie Verde*, *51*.

Torres, M. ., Ponce, E. ., Ochoa, C. ., Torres, A., & Díaz, E. (2009). *Mecanismos de Aceleración en Selección de Subconjuntos de Características Basada en el Peso Informacional de las Variables para Aprendizaje no Supervisado*. Orlando, Florida.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

BIBLIOGRAFÍA

Torres, M. D., Torres, A., Ponce, E. ., & Ochoa, C. . (2006). *Búsqueda Dispersa y Testor Típico en el Problema de Selección de Subconjuntos de Características*. *Simposio de Informática y Muestra de Software Académico SIMS 2006*. Uruguaiana, Brasil.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS