

Cálculo de una dieta balanceada mediante la aplicación de un algoritmo genético

López López Magda Karina, Zamora Díaz Jorge Axel

Abstract– The bad alimentation in Mexico has caused high rates of overweight and obesity in its population, which caused the increase of people with diabetes and hypertension. This makes clear, the need to generate a change in the diet of the Mexicans to reduce the rates of overweight and obesity in the Mexican population. To achieve this, we need to propose friendly solutions that change the eating habits of the population. In this work, a solution was applied that generated different forms of balance between the needs of a user using a genetic algorithm, considering their physical characteristics, their objectives and their level of weekly physical activity.

Resumen- La mala alimentación en México ha provocado altos índices de sobrepeso y obesidad en su población, lo que ha ocasionado el incremento de personas con diabetes e hipertensión. Esto hace patente, la necesidad de generar un cambio en la dieta de los mexicanos para disminuir los índices de sobrepeso y obesidad en la población mexicana. Para lograr esto, necesitamos proponer soluciones amigables que permitan cambiar los hábitos alimenticios en la población, particularmente que promuevan dietas saludables y balanceadas. En este trabajo se desarrolló una aplicación que genera de forma automática dietas balanceadas y equilibradas a partir de las necesidades de un usuario utilizando un algoritmo genético, considerando sus características físicas, sus objetivos y su nivel de actividad física semanal

Palabras Clave- inteligencia computacional, dieta, salud, algoritmo genético, obesidad, sobrepeso.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el sobrepeso y la obesidad en México se han generado debido a un desequilibrio energético entre las calorías consumidas y las gastadas. El problema está en que la obesidad es el 5to factor principal de riesgo de muertes en el mundo, ya que 2.8 millones de muertes entre la población adulta se producen por su causa [1] Según estudios, en 2016, más de 1900 millones de adultos de 18 o más años tenían sobrepeso, de los cuales, más de 650 millones eran obesos, lo que representa un 13% de la población adulta mundial [2].

Los problemas mencionados previamente se deben a que las personas no cuidan de su alimentación. Actualmente el ritmo de vida hace que la comida rápida o callejera sea una opción viable para comer ya que es muy fácil de conseguir con precios accesibles a comparación de una comida completa, y el hecho de ir a una consulta con un nutriólogo representa tiempo y dinero, algo en lo que las personas no invierten. Esto ocasiona que la población mexicana en su mayoría no lleve un plan alimenticio y por lo tanto le sea más difícil saber si lo que

consume es correcto o no para su alimentación. Debido a esto, es necesario proponer planes, programas o medios que enseñen a las personas como llevar una vida más saludable a través de su alimentación. Por esta razón, se propone hacer uso las ciencias computacionales e inteligencia artificial, para construir aplicaciones o plataformas inteligentes que diseñen de forma automática una dieta balanceada con base en las necesidades de cada individuo. Esto con el fin de generar un cambio en la alimentación de los mexicanos, mejorando sus costumbres alimenticias para disminuir el índice de enfermedades generadas por problemas alimenticios que existen en el país.

La obesidad en el país se ha generado por muchos factores, aunque como menciona la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) para el periódico Excelsior, es necesario cambiar los hábitos alimenticios en México ya que un elevado porcentaje de la población adulta padece sobrepeso u obesidad [3]. Algunos de los factores que se mencionan dentro del artículo son, el precio de la comida chatarra contra el de la comida “saludable”, la falta de información nutricional en los productos (grasas, sales y calorías), el bajo impuesto en las bebidas azucaradas en el país, entre otros.

Esto nos lleva a que la problemática principal es que la gente hoy en día no sabe comer, ya que come lo que encuentra más rápido, más fácil o más barato. El problema es que para tener una buena alimentación es necesario llevar una dieta balanceada y estricta, pero no todos pueden llevarla a cabo debido a los altos precios que esto conlleva. Puede que todo esto se deba a que en México no existe una cultura adecuada para comer, ya que como se menciona en el libro “Qué y cómo comemos los mexicanos. Consumo de alimentos en la población urbana”, los mexicanos llevan una mala alimentación desde pequeños y durante toda su vida [4].

Este libro menciona datos de gran importancia sobre la alimentación en México, donde los más destacados son los siguientes:

- Las bebidas azucaradas, azúcares y dulces son más comunes que la leche materna a partir de los 6 meses
- 44% de los adolescentes no desayuna todos los días
- El adulto promedio consume más azúcares y dulces que frutas
- Entre 22% y 33% de la población no consume frutas regularmente
- Sólo el 44% de los adultos incluye verduras en su dieta diaria
- 5 de cada 10 adolescentes incluye botanas y frituras en su alimentación

El proyecto fue asesorado por el Dr. Roberto Antonio Vazquez Espinoza de los Monteros

Los autores agradecen al Dr. Roberto Antonio Vazquez Espinoza de los Monteros por su apoyo y asesoramiento durante la realización del proyecto, así como de este escrito.

Magda Karina López López y Jorge Axel Zamora Díaz pertenecen a la carrera de Ingeniería en Cibernética y Sistemas Computacionales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad La Salle y realizaron el proyecto dentro del curso de Inteligencia Computacional (Email: Jorge.zamora@lasallistas.org.mx).

La buena noticia es que el 90% del pueblo mexicano aún come en su hogar, lo cual es una ventana de oportunidad para lograr incidir en los hábitos alimenticios de la población.

Como se mencionó previamente, en México no se tiene una cultura alimenticia debido a la falta de información sobre dietas, alimentación, entre otros factores, y esto ha afectado en la salud de las personas. En ese sentido, es necesario apoyar con la creación de herramientas que sirvan de apoyo para la generación de dietas balanceadas con base en los requerimientos y características de los individuos que conforman a una población. Para lograr esto, nos podemos apoyar de las ciencias computacionales y de la inteligencia artificial, las cuales nos permitan construir aplicaciones inteligentes que diseñen de forma automática una dieta balanceada con base en las necesidades de cada usuario.

El desarrollo de este tipo de aplicaciones podría beneficiar a los mexicanos para que mejoren sus costumbres alimenticias mediante un apoyo constante, seguro y eficaz como sería el de la dieta. Esto sería un pequeño empuje para que poco a poco se genere un cambio en la alimentación de los mexicanos, y así disminuir los índices de obesidad que existen en el país.

La inteligencia artificial se ha aplicado en diversos tipos de problemas. Técnicas como redes neuronales artificiales, lógica difusa, computación evolutiva se han utilizado ampliamente en problemas relacionados con la salud.

La inteligencia artificial se ha aplicado para resolver diferentes problemas. Técnicas como redes neuronales artificiales, lógica difusa, computación evolutiva se han utilizado ampliamente en problemas relacionados con la salud. El proyecto describe una solución para los problemas mencionados anteriormente, mediante una aplicación móvil capaz de generar de forma automática dietas balanceadas a partir de las características (peso, talla, edad, actividad física y sexo) y necesidades específicas del usuario utilizando un algoritmo genético. Las ventajas competitivas que ofrece la aplicación son la selección de productos con respecto a la cantidad de calorías que debe de consumir el usuario.

II. ESTADO DEL ARTE

Existen diversos proyectos y trabajos que mencionan la utilización de inteligencia artificial para la generación de dietas. Dentro del mercado de aplicaciones, es posible encontrar algunas cuantas que permiten crear dietas de forma automática, pero con la desventaja de que hay que pagar mensualmente por tener este servicio. Además, aunque lo mencionan, no se explica a detalle qué tipo de algoritmo utilizan para generar las dietas.

En el caso de trabajos, existen diversas investigaciones relacionadas con la inteligencia artificial y la generación de dietas. Algunas son muy especializadas hacia algún problema en específico, por ejemplo, para ayudar a crear dietas específicas para gente con problemas diabéticos [5] y que incluso implementa también un algoritmo genético, o uno que se utiliza para problemas nutricionales enfocados a la hipertensión [6]. También existen trabajos que presentan programas capaces de resolver tomas de decisiones para dietas nutricionales y que utilizaron el algoritmo de “Combined Quantum Particle Swarm Optimization Algorithm” [7] o un trabajo muy parecido y que fue realizado por la misma persona,

que describe la toma de decisiones para dietas, pero esta vez utilizando el “Quantum Genetic Algorithm” [8].

De alguna manera pareciera que la idea ya se ha utilizado, pero el trabajo busca generar un impacto diferente a las propuestas ya mencionadas. Todo esto es debido a que busca generar dietas automáticas y generales utilizando algoritmos genéticos, e implementa la información general de la persona. Todo en una aplicación para dispositivos móviles Android que permite diferenciarla de los trabajos anteriores, así como el hecho de ser más general y orientada al mercado mexicano.

III. CONCEPTOS BÁSICOS

La aplicación utiliza diversas fórmulas enfocadas en la elaboración de una dieta balanceada para el área de nutrición. Las fórmulas permiten calcular el número de calorías que necesita consumir una persona de acuerdo con su información personal (peso, talla, edad). La fórmula de Harris-Benedict (1) es la que permite realizar el cálculo, el cual consta de varias fases que llevan a la obtención del número de calorías. La fórmula varía dependiendo de si el usuario es hombre o mujer, ya que se requieren cálculos diferentes.

$$\begin{aligned} \text{Hombre} &= 66.4 + (13.7 * \text{peso}) + (5 * \text{talla}) - (6.76 * \text{edad}) \\ \text{Mujer} &= 655.1 + (9.6 * \text{peso}) + (1.8 * \text{talla}) - (4.7 * \text{edad}) \end{aligned} \quad (1)$$

Consta de calcular el metabolismo, el ETA que es el efecto térmico de los alimentos y que nos dice la cantidad de energía que gastamos en el consumo, digestión y absorción de los alimentos, además de que permite tomar en cuenta el estado físico de la persona (sedentario, medio o activo). La suma de todos los cálculos anteriores se debe de multiplicar de acuerdo con los porcentajes que requiere una dieta en cuanto a Hidratos de Carbono (50%), Proteínas (30%) y Lípidos (20%). Gracias a esto y tomando en cuenta el IMC (Índice de Masa Corporal) de la persona, es posible obtener una dieta acorde para el usuario con los requerimientos necesarios de acuerdo con su información personal.

Cabe mencionar que una dieta normal y adecuada para las personas consta de 2000 kilocalorías. No necesariamente el cálculo generado con la fórmula de Harris-Benedict debe arrojar estas cifras, pero sí deben de ser cercanas para que se considere una dieta óptima y aplicable.

Aunque el cálculo de la dieta mediante las fórmulas parece correcto para todas las personas de cualquier edad, peso y talla, es necesario aclarar que esta se puede ver modificada en caso de que el usuario sufra de alguna enfermedad que requiera de modificar los porcentajes de la dieta, como en el caso de personas con problemas renales, cardiovasculares (requiere menos consumo de Hidratos de Carbono), diabetes, entre otros.

Todos los datos ya mencionados y el cálculo generado gracias a las fórmulas se desarrollan tomando en cuenta la pirámide alimenticia y los porcentajes y estándares nutricionales que esta indica, ya que ésta representa la alimentación adecuada de una persona y las cantidades de calorías que se deben de consumir por alimento al día.

La aplicación también utiliza algoritmos genéticos, los cuales forman parte de la computación evolutiva. Debido a que son ideales para problemas de optimización en donde el campo de búsqueda crece. Estos funcionan de la siguiente manera:

generan una población inicial, calculan la función de evaluación de cada individuo, producen una nueva generación, de acuerdo con el tamaño de la población, comienzan un ciclo reproductivo en donde seleccionan dos individuos, realizan una nueva cruce, mutan, calculan e insertan, para finalizar evaluando si la población ha convergido y si es así termina con el problema. Para la aplicación se utiliza las funciones de aptitud, población e individuo, pero al momento de llenar los valores del individuo, se calcula tomando en cuenta los porcentajes que requiere la dieta, como se mencionó anteriormente. Se tiene un sesenta por ciento de capacidad para la información de los HDC (hidratos de carbono), y cuarenta por ciento de capacidad para la información de las proteínas y grasas o lípidos, respectivamente. Los valores se van llenando de manera aleatoria, pero cumpliendo con el porcentaje asignado. Este algoritmo permite optimizar el cálculo de la dieta funcionando en conjunto con la fórmula de Harris-Benedict.

i. Algoritmo genético

Los algoritmos genéticos se basan en la secuenciación genética de los seres vivos. Darwin en 1859 hizo su postulado de la evolución de las especies, donde dice que la supervivencia es de los más fuertes y acerca de la selección natural, por la cual, en las generaciones nuevas, la población evoluciona. Los algoritmos genéticos imitan este proceso propuesto por Darwin, es así que este tipo de algoritmos evolutivos permite encontrar soluciones a problemas de optimización y búsqueda del mundo real.

En 1975 John Henry Holland establece los primeros conceptos de los algoritmos genéticos.

Los algoritmos genéticos asimilan el comportamiento de la naturaleza. Inician con individuos que pertenecen a una población, los individuos de esta son una solución posible para resolver el problema. Cada uno de los individuos tiene un valor relacionado al grado que tiene para ser la solución del problema, esto en la naturaleza se asemeja al grado de efectividad del organismo para sobrevivir con respecto a otros. Mientras el grado de adaptación a la solución sea mayor, es la posibilidad del individuo de pasar a la siguiente generación o que sea elegido para reproducirse para formar la siguiente generación y así su material genético contribuya a la evolución. Así es la forma en la que se genera una nueva generación que reemplaza a la anterior con nuevas y mejores posibles soluciones. De esa manera las características de los mejores individuos se propagan hasta encontrar al individuo de la generación que tenga la mejor solución para resolver el problema.

ii. Operadores

ii.i. Selección o elitismo

Este operador selecciona a los individuos con la aptitud que más se acerca a la solución del problema, la cantidad de individuos se define previamente

BEGIN // Algoritmo Genético
 Generar una población inicial.

Realizar función de aptitud
WHILE NOT Completo **DO**
BEGIN //Realizar una nueva generación
FOR Tamaño de la población **DO**
BEGIN //Reproducción de los individuos
BEGIN //Selección
 Seleccionar a los mejores individuos de la población.
END
BEGIN //Cruza
 Con un criterio de cruce seleccionar a dos individuos que combinan su material genético y generan dos nuevos individuos.
END
BEGIN//Mutación
 Con base en porcentaje de mutación, se alteran algunos de los componentes de los nuevos individuos.
END
BEGIN //Inserción
 Los nuevos individuos forman una nueva generación reemplazando a la pasada.
END
END
IF la población converge a la solución **THEN**
 Completo:= **TRUE**
END
END

Pseudocódigo del algoritmo genético

ii.ii. Cruza

Se seleccionan dos individuos de la población con base en un porcentaje de cruce que es definido previamente, esto indica la cantidad de individuos a ser cruzados. Además, se establece un punto de cruce, que es el punto en donde el individuo será dividido para combinarse con el de pareja.

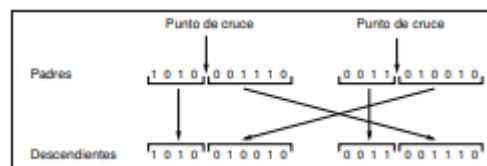


Figura. 2.2.2.1 Operador de cruce

ii.iii. Mutación.

Se define de nuevo un valor porcentual que indica qué porcentaje de los individuos nuevos y recientemente generados por la operación de mutación serán sometidos a la misma. También se define el número de genes a ser mutados en un individuo, estos se eligen de manera aleatoria. Una vez seleccionados, la información del gen cambia a su contrario.



Figura. 2.2.3.1 Operador de mutación

IV. METODOLOGÍA PROPUESTA

Lo que se propone para resolver la problemática planteada, es implementar una función de optimización haciendo uso de un algoritmo genético, esto a su vez programarlo en una aplicación móvil para celulares con sistema operativo Android.

i. Implementación del algoritmo genético

El uso de un algoritmo evolutivo para generar una dieta balanceada se sustenta en el hecho que se puede plantear como un problema de optimización, ya que un plan alimenticio o dieta balanceada está basado en elegir alimentos de todos los grupos (frutas, verduras, carnes, cereales, lácteos y derivados, etc.) para formar tres comidas (desayuno, comida y cena) y uno o dos refrigerios que no excedan el número de calorías que una persona necesita consumir en un día.

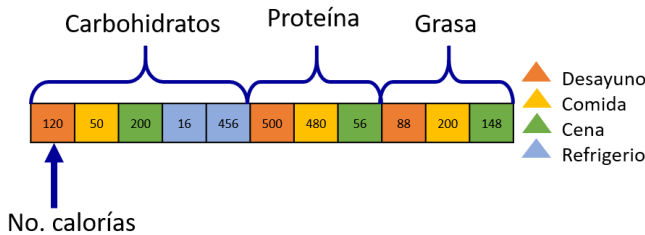


Figura 3.1.1 Definición del individuo

Se usa una población de 10 individuos con 11 alelos cada uno cada uno de los alelos representará un alimento, 11 porque consta de tres alimentos 1 de cada uno de los grupos de carbohidratos, proteínas y grasas para el desayuno, comida y cena, eso nos da un total de nueve alimentos, los 2 extras son alimentos para consumir entre comidas como refrigerios o snacks. El fenotipo de los alelos de cada individuo es la representación del número de calorías de cada alimento como se muestra en la figura 3.1.1.

Los individuos se llenan con números aleatorios en un rango de 0 a la representación del porcentaje de cada uno de los tipos de elementos, e.g. cantidad de calorías que pertenecen a carbohidratos = [0, (cantidad de calorías totales a consumir en un día) *.60]. De esta manera se realiza para los otros tipos de alimentos, proteínas y grasas.

Posteriormente la población entra a la función de aptitud. Esta función de aptitud u optimización consiste en sumar los fenotipos del individuo y compararlo con el total de calorías ideales a consumir en un día, si es igual la aptitud será 0, sino se suma la diferencia absoluta de los valores.

```

BEGIN // Función de aptitud
Recibir al individuo
Recibir total de calorías
FOR i<tamañoCarbohidratos DO
BEGIN //Suma de las calorías de los carbohidratos
TotalCarbohidratos+= Individuo[i]
IF TotalCarbohidratos != calorías*.50 THEN
    
```

```

Aptitud+= | TotalCarbohidratos -calorías*.50|
END
END
FOR i<tamañoProteínas DO
BEGIN //Suma de las calorías de las proteínas
TotalProteínas+= Individuo[i]
IF TotalProteínas != calorías*.30 THEN
Aptitud+= | TotalProteínas -calorías*.30|
END
END
FOR i<tamañoGrasas DO
BEGIN //Suma de las calorías de las grasas
TotalGrasas+= Individuo[i]
IF TotalGrasas != calorías*.20 THEN
Aptitud+= | TotalGrasas -calorías*.20|
END
END
Regresar Aptitud
END //Función de aptitud
    
```

Pseudocódigo función de aptitud

Con base en las aptitudes de cada individuo se realizan las funciones de selección, cruza y mutación. Se hace la función de selección o elitismo, esta elige a los dos mejores individuos con la aptitud más cercana a cero o que sea cero, estas dos pasarán a la siguiente generación. La siguiente función que se aplica es la de cruza para números enteros, aquí se toman a 8 de los 10 individuos y se cruzan, cada una de las parejas generan dos nuevos hijos, teniendo así una suma de 8 individuos nuevos que pasarán a la siguiente generación. Finalmente se aplica la función de mutación para números enteros, se seleccionan de forma aleatoria a la mitad de los individuos y se le realiza una pequeña modificación al individuo intercambiando de lugar dos de los alelos. Finalmente se evalúa si alguno de los individuos de la población tiene una aptitud cercana a 0 o está dentro del rango de error de 200 calorías más o menos de las ideales que se pueden consumir. El algoritmo se detiene si se cumple esta condición, la solución son los fenotipos que conforman al individuo.

Como se mencionó previamente, cada uno de los elementos en el individuo representa un número de calorías para un alimento.

Esta cantidad de calorías se busca en una lista de alimentos en donde se busca un alimento que coincida con la cantidad de calorías arrojado por el algoritmo y que pertenezca al grupo de alimentos correspondiente (carbohidrato, proteína o grasa).

ii. Funcionalidad

El algoritmo genético que se utiliza para generar la dieta calcula los carbohidratos, proteínas y grasas que el usuario debe consumir al día.

La aplicación tiene una interfaz muy amigable para los usuarios, que permite que cualquier persona pueda entender

su funcionalidad. Además de que cuenta con pocos botones para volverla mucho más sencilla.

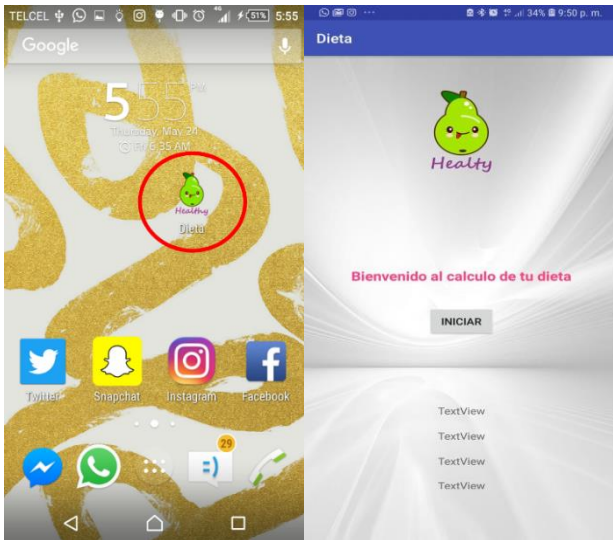


Figura 3.2.1

La figura 3.2.1 muestra cómo se vería el icono de la aplicación dentro de un dispositivo móvil. Además, muestra la pantalla inicial de la aplicación. Tan sólo cuenta con un botón inicial más el logo y un mensaje de bienvenida que permite darle un toque más amigable a la app.

Para realizar el cálculo de las calorías se utilizó la fórmula de Harris-Benedict, que utiliza fórmulas diferentes dependiendo de si el usuario es hombre o mujer. Esta fórmula permite realizar un cálculo preciso de las calorías que debe consumir el usuario de acuerdo a su información personal.

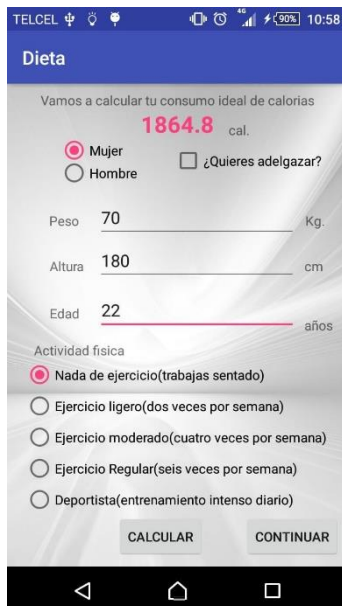


Figura 3.2.2

La figura 3.2.2 es la pantalla siguiente a la pantalla inicial. Esta pantalla permite al usuario poner su información personal para así poder generar el cálculo exacto de las calorías que tiene que consumir por día. Entre la información solicitada por la aplicación, se encuentra el sexo del usuario, el peso, la altura, la edad de la persona, el tipo de actividad física que realiza, y

una opción para señalar si el objetivo de la persona es adelgazar o no. Al finalizar el llenado, se debe presionar el botón de *Calcular* y después el botón de *Continuar*.

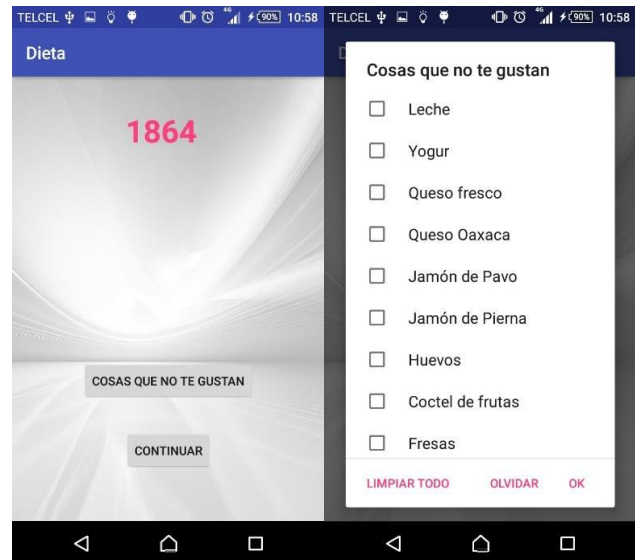


Figura 3.2.3

La figura 3.2.3 es la pantalla que aparece después de presionar el botón de *Continuar*. Existe una opción dentro de la aplicación para que en caso de que el usuario sea alérgico a algún producto o no le guste algo, pueda seleccionarlo para quitarlo de la lista de alimentos para la dieta. Para ver la lista de alimentos, sólo basta con seleccionar el botón *Cosas que no te gustan*. Después se seleccionarán los alimentos, y se deberá presionar el botón *OK* para regresar a la pantalla anterior, donde sólo se tendrá que presionar el botón de *Continuar*.

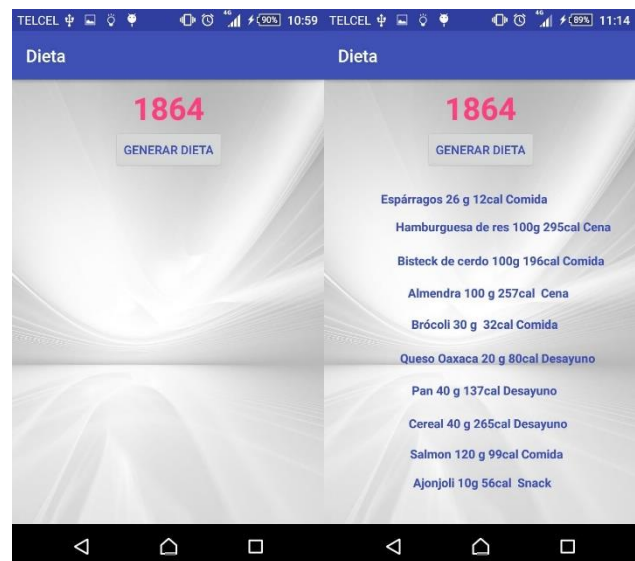


Figura 3.2.4

La figura 3.2.4 es la pantalla que aparece después de oprimir el botón de *Continuar* de la pantalla anterior. Además de que el usuario debe de haber seleccionado los alimentos que no se quieren para la dieta. Finalmente, al presionar el botón de *Generar Dieta*, aparecerá la pantalla que despliega los alimentos que debe consumir la persona en el día, indicándole

el tipo de comida (desayuno, comida, cena o snack), la porción (gramos) y las calorías que implica cada alimento. Indicando en números rosas y más grandes, el total de calorías por día para la persona.

V. PRUEBAS

Para validar el desempeño de la aplicación propuesta, se realizaron pruebas con las características de 10 sujetos diferentes, generando 30 dietas para cada uno, donde se tomó un espacio de alimentos de 100 comidas, para los cuáles se utilizaron los criterios de 20% de elitismo, 80% de cruza y 40% de mutación, con una población de 10 individuos. Todo esto nos permitió generar las mejores dietas para el usuario, de acuerdo con la información personal que proporcionó y gracias a las fórmulas de Harris-Benedict que permite generar una dieta óptima en conjunto con el algoritmo genético.

Sujeto	Genero	Peso (kg)	Talla(cm)	Edad	Actividad física
1	Mujer	70	180	22	0
2	Hombre	62	160	22	0
3	Hombre	57	170	22	0
4	Hombre	53	160	20	0
5	Hombre	66	155	23	0
6	Hombre	79	162	22	2
7	Mujer	75	163	22	0
8	Hombre	67	167	22	0
9	Mujer	61	170	22	2
10	Mujer	67	168	20	0

Tabla 4.1. Tabla de información de los sujetos

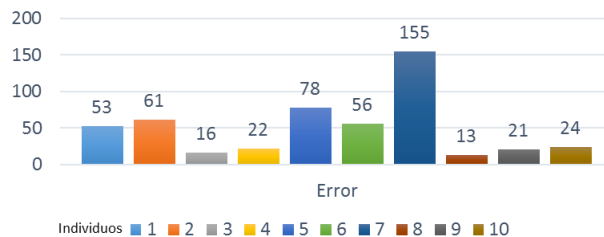
Se pidió información a 10 sujetos para generar las pruebas, se toma en cuenta el género, peso, estatura, edad y actividad física de la persona, como se muestra en la tabla 4.1, para poder generar la dieta dentro de la aplicación. Se hicieron 30 pruebas con cada uno, como se muestra en la tabla 4.2.

A continuación, se muestran los resultados finales de las dietas y sus calorías generadas por la aplicación.

Sujeto	Pruebas	Promedio de calorías generadas	Calorías esperadas	Error
1	30	1923	1870	53
2	30	1731	1800	61
3	30	1804	1820	16
4	30	1752	1730	22
5	30	1722	1800	78
6	30	1924	1980	56
7	30	1955	1800	155
8	30	1917	1930	13
9	30	1909	1930	21
10	30	1726	1750	24

Tabla 4.2. Tabla de resultados de las pruebas

Pruebas- Error



Gráfica 4.3

La tabla 4.2 muestra el promedio de calorías generadas por la aplicación durante las 30 pruebas para cada individuo.

Además, en la tabla 4.2 es posible observar que los resultados no se acercan al objetivo, ya que ninguno alcanza exactamente las calorías esperadas que se pretende que el usuario consuma diariamente. De cualquier manera, es un margen de error que la aplicación está contemplando desde el inicio, el cual sería de más-menos 200 calorías como máximo. El tipo de alimentos que se manejan y la diversidad que estos tienen, pueden llegar a crear un pequeño error dentro de los cálculos de la dieta. Pero dentro de las pruebas que se generaron también se tenía previsto esto y al final se llegó a la conclusión de que no es un problema que requiera alguna modificación, debido a que no conlleva un impacto de gran alcance y que no afectaría en la dieta del usuario.

Los datos que se presentan en la tabla 4.2 y en la gráfica 4.3, permiten tener un mejor análisis de la información que se genera dentro de las pruebas de la aplicación.

La gráfica 4.3 nos permite demostrar que el error en cuanto a las calorías esperadas ya estaba contemplado, pero no rebasará las 200 calorías y que, en la mayoría de los casos, ni siquiera excede de las 100 calorías.

Además, al realizar las pruebas dentro de dispositivos móviles se mostró una diferencia notable en cuanto a rendimiento en comparación con las pruebas con un ordenador. Ya que, debido a la diferencia de capacidad en el procesador de los dispositivos móviles, su rendimiento es más lento que el de un ordenador.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas, podemos concluir que la aplicación de un algoritmo genético para la generación de dietas es una solución de gran apoyo para este problema, además de que genera procesos más rápidos y eficientes. La implementación de la inteligencia computacional en este tipo de proyectos es muy útil, ya que permite hallar una solución cercana al resultado óptimo y encuentra información segura y certera. Aunque de acuerdo con las pruebas, el algoritmo llega a cometer errores, ninguno de estos excede las 200 calorías, lo cual lo convierte en una aplicación sumamente confiable. Este tipo de aplicaciones generan un alto impacto dentro de la sociedad puesto que las enfermedades de obesidad y sobrepeso son más comunes dentro de nuestro país; además, es de gran ayuda para aquellas personas que deciden empezar un cambio en su alimentación, sin necesidad de gastar en un nutriólogo y/o gimnasio. También brinda un servicio apropiado

y óptimo, que genera resultados viables de acuerdo con la información de la persona, por lo que es una excelente opción para aquellas personas que deseen empezar un cambio en su alimentación y salud.

REFERENCIAS

- [1]. Secretaría de Salud. (16 de junio de 2015). Intervenciones de Prevención y Promoción de la Salud para el Sobrepeso y Obesidad. Obtenido de <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/intervenciones-de-prevencion-y-promocion-de-la-salud-para-el-sobrepeso-y-obesidad>
- [2]. OMS, O. M. (16 de febrero de 2018). Obesidad y sobrepeso. Obtenido de <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- [3]. Excelsior (2018). Obesidad en México, problema de gravedad mayor: FAO. [online] Available at: <http://www.excelsior.com.mx/global/2018/03/11/1225688> [Accessed 24 May 2018].
- [4]. Qué y cómo comemos los mexicanos. Consumo de alimentos en la población urbana. (2015). 1ra ed. México: FUNSALUD.
- [5]. Bulka J., Izworski A., Koleszynska J., Lis J., Wochlik I. (2009). Automatic meal planning using artificial intelligence algorithms in computer aided diabetes therapy, AGH University of Science and Technology al. Mickiewicza, 30, 30-059 Kraków, Poland
- [6]. WANG Gaoping, SUN Yanping, An Improved Multi-objective Evolutionary Algorithm for Hypertension Nutritional Diet Problems , College of Information Science and Technology, Henan University of Technology 'Zhengzhou' 450001 'China
- [7]. Youbo Lv, Combined Quantum Particle Swarm Optimization Algorithm for Multi-objective, Nutritional Diet Decision Making School of Computer and Information Engineering Harbin University of Commerce Harbin, China
- [8]. Youbo Lv. (2009). Multi-Objective Nutritional Diet Optimization Based on Quantum Genetic Algorithm, School of Computer and Information Engineering, Harbin University of Commerce Harbin 150028, China