



Proyecto Final

Versión Ejecutiva

Optimización entre Costos y Nutrición en Dieta Vegetariana Cruda

Matemáticas Discretas

I.I.M.A.S.

U.N.A.M

Alfonso Barajas Cervantes

Dr. Leonardo Ignacio Martínez Sandoval

Víctor Hugo Almendra Hernández

5 de febrero del 2021

1. Introducción

La especie *homo sapiens*, del latín "*homo*" que significa hombre y "*sapiens*" que significa sabio, perteneciente a la familia de los homínidos, un animal pensante mamífero que surge en este planeta alrededor de hace 300,000 años. Surgiendo como una especie hervívora que solamente obtiene los alimentos como los ofrece la naturaleza, tal como cualquier animal que habita en el planeta Tierra. Sin embargo, paso alrededor de 290,000 años, es decir, hace 10,000 años, el ser humano en su inteligencia descubrió dos grandes cosas:

- La agricultura: Cultivar y producir alimentos
- Uso del Fuego para cocinar

Siendo así, la única especie del reino animal que cocina sus alimentos, así como ser la primera especie que resolvió existencial de todas las especies. El cual todas las especies que habitan en la tierra, ocupan su tiempo en la búsqueda de alimentos, en reproducirse y dormir. El ser humano es la única especie, de entre medio millón de animales, que resolvió el problema de la alimentación.

La invención de la *agricultura*, el desarrollo tecnológico más importante de la historia de la humanidad, mucho más importante que la invención de los teléfonos celulares, los aviones o los carros, e inclusive que las computadoras me atrevería a decirlo, ya que para que se pudieran tener grandes avances en cualquier campo de la ciencia, se debió de atacar primero el problema de la alimentación. Lo pondré más claro con este refrán: "*Barriga llena, corazón contento*", nada más que además de ser felices, ahora nos permitió pensar y a filosofar, así como todos los grandes avances que han ocurrido desde hace cerca de 10,000 años.

Así que, el ser humano al descubrir esta gran forma de producir alimentos en exceso por medio de la agricultura, y entre una de sus formas de desarrollo es la cultura de la cocina o la *Gastronomía*. Descubriendo que los alimentos cocinados saben demasiado ricos, de manera que se empezó a incluir a la dieta del ser humano los cereales, tales como: tortillas, pan y arroz cocidos. Agregando las leguminosas como la soya y los frijoles que comenzaron a agregar a su dieta. Y que más adelante se descubrió que se puede hornear y freír, de manera que el ser humano seguía siendo muy feliz como lo describía con el refrán. Desarrollando las grandes civilizaciones gracias al excedente de alimentos a través de la agricultura.

Aunado a los grandes avances de la ciencia y tecnología, el ser humano hace 10,000 años, se desarrolla toda una tradición cultural en cada región acerca de cocinar los alimentos. Siendo así parte importante de la economía, la industria de los alimentos, se vuelve la actividad más importante económica, social, cultural. Tan importante que se desarrolla toda una carrera alrededor de esta cultura, la *Gastronomía*, volviéndose así una especialidad gourmet el hecho de cocinar.

El ser humano teniendo cerca de 290,000 años de tener dieta vegetariana cruda, tras la invención de la agricultura y del uso del fuego en la alimentación, aunado a la invención de la ganadería y el desarrollo de la cocina, cerca de 10,000 años surgió todo un cambio **cultural** de modelo alimenticio denominado *omnívoro*. Como dice un antiguo dicho español que "en el pecado lleva la penitencia", y es que antes el promedio de vida de un ser humano rondaba de entre 35 años en promedio y no se podía notar los efectos bastante nocivos para la salud que traía consigo el cambio de dieta. Por tanto, se tiene el pensamiento de que el ser humano podía comer lo que sea (dieta omnívora) sin sentir los efectos de la **vejez** al morir temprano. Sin embargo, ahora con los grandes avances científicos el tiempo de vida se prolongó en promedio a más del doble, en México son 72 para los hombres y 78,0 para las mujeres en 2019 de acuerdo a datos de la *INEGI*. [2]

Se ha demostrado científicamente por medio del genoma humano, que la especie *homo sapiens* puede vivir 120 años y de manera saludable. Sin embargo, por medio de la ciencia y los avances que se han tenido lo hemos podido aumentar de entre 60,9–86,3 años, alrededor de $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ de la capacidad de vida del ser humano, y eso sin contar con qué calidad de vida se vive, valga la redundancia. La solución a este problema de calidad de vida, las enfermedades

y los años de vida se ponen a prueba con el método científico, por medio de la dieta vegetariana cruda, como lo hacíamos los seres humanos u *homo sapiens* antes del desarrollo de la agricultura y el descubrimiento del uso del fuego en la cocina.

El objetivo ideal de la ciencia es la búsqueda de la verdad a través de la observación, experimentación como hace 2000 años lo planteaban Aristóteles, Platón, y cerca de hace 200 años el desarrollo del método científico. Un aspecto fundamental de la Ciencia es que su primer precepto es el no tomar como verdad absoluta lo que se cree. Que la cultura dice que la Tierra es plana, pues desde los tiempos pitagóricos aludían a una Tierra esférica por medio de las matemáticas, que la cultura menciona que la Tierra es el centro del Universo, Nicolás Copérnico por medio de cálculos y observaciones concluyó que realmente la Tierra gira alrededor del Sol y no al revés. Hay muchísimas aseveraciones como estas que la ciencia desmiente y rectifica con la verdad. Es así con el modelo alimenticio. La cultura menciona que nuestra dieta alimenticia debe de ser omnívora y cocinada. Sin embargo, sabemos que en la ciencia no se le cree nada a nadie y se van a realizar mediciones, experimentos, etc...

El planteamiento a solucionar es que si la especie humana es omnívora, herbívora, carnívora o carroñeros. Cerca de 40 años de investigación científica en la Universidad de Chapingo, a cargo del Dr. Erick Estrada Lugo, de que los científicos del naturismo europeo y sudamericano, que tienen historia desde hace 100 años, están en lo cierto de acuerdo a su postulación que es la siguiente:

El ser humano es una especie herbívora por naturaleza. La recuperación de la salud se obtiene tras no debe de consumir nada de origen animal como carne, leche, huevo y sus derivados ”

Si se desea conocer más sobre este modelo herbívoro para el ser humano y las investigaciones realizadas se dispone de la referencia [1].

2. Planteamiento del problema a Resolver

Se tiene la idea de que el consumir alimentos pertenecientes a una dieta crudivegana que comprenden entre las frutas, verduras y semillas oleaginosas son bastante caros y no cualquiera puede consumir este tipo de dieta. Sin embargo, esto no es así. Inclusive se podría consumir mejor alimento nutricional cambiando totalmente la dieta omnívora a la dieta vegetariana cruda, y salvando dinero a nuestro bolsillo. Por lo que el planteamiento es que dada la lista de las frutas, verduras, y semillas oleaginosas obtener para cada uno la mejor combinación posible que optimice la nutrición pero con un presupuesto fijo de d pesos mexicanos (MXN)

Por lo tanto, de acuerdo a un precio fijo d pesos mexicanos, se planteará para cada tipo de alimento la mejor forma de optimizar el dinero consiguiendo la mayor cantidad posible de kilogramos de fruta, de verduras y semillas oleaginosas para una persona o inclusive varias. De acuerdo a las investigaciones realizadas por el Dr. Erick Estrada, que totalmente concuerdan con grandes institutos de nutrición de Inglaterra, Alemania y Sudamérica se debe de consumir aproximadamente 10 variedades distintas de frutas al día de manera que sean 900 gr al día, 10 variedades distintas de verduras de manera que sean 900gr al día y de 6 a 7 cucharadas copeteadas de una mezcla de semillas oleaginosas, que mínimo deben de ser 3 Ajonjolí, Linaza y Chia.

A manera de resumen, tenemos que el planteamiento del problema a resolver es justamente dado un presupuesto d en pesos mexicanos, se planteará la mejor combinación posible de frutas, verduras, semillas para una semana. De manera que se rinda peso a peso la compra de alimentos de calidad para la nutrición de la persona o familia. Además para comprar fruta en los comercios más baratos o tiendas sobre ruedas se compran por kilo completo las frutas y verduras, mientras que si podemos comprar fracciones de kilogramo en las semillas oleaginosas.

Otra suposición que se realiza para resolver el problema es que no se cuenta con el dinero suficiente para comprar todos los kilos de fruta, de verdura o de semillas oleaginosas, sino que contamos con el dinero justo para comprar lo suficiente pero que rinda lo mayor posible. Este problema que se quiere solucionar es para que las personas que han sido afectadas por la pandemia con la pérdida de un familiar que sustentaba el hogar, o por la

pérdida del trabajo, no se cuenta con todo el dinero suficiente para comprar de más, o en exceso sino que con ayuda de las matemáticas y algoritmos computacionales se hará rendir el presupuesto de la persona para la calidez nutricional.

3. Justificación de Base de Datos y complementarios

Para este proyecto en específico, en el que se pedían la lista de todas las frutas, verduras y semillas oleaginosas más vendidas en el mercado junto con su precio no había alguna que tuviese todo lo que se pedía. Es por ello que se le pidió al Dr. Erick Estrada una base de datos donde tuviese solamente todas las frutas, verduras, semillas más comunes en el mercado Mexicano, el cual con gusto nos lo envió. Notamos que al buscar distintos precios entre los que se compran en grandes cadenas de tiendas de autoservicio como Walmart o Chedraui, el precio de la fruta, verdura y demás se elevaba desde un 0,375 % hasta 0,75 % comparado con los precios de compra en los tianguis o comercios sobre ruedas.

Además, los precios que encontré en distintas fuentes como los datos abiertos de México de la Profeco, de Quién es quien en los precios, no eran las más adecuadas ya que estaban actualizadas hasta antes de la pandemia, por lo que no serían totalmente verídicos, ya que por la situación que estamos pasando he podido notar que han subido bastante de precio los productos de consumo como de alimentos, indicando mayor inflación que la que menciona el Banco de México de manera anual del 4 %. Por lo que no se podrían generar aún las métricas suficientes para que con una base de datos de una muestra menor a la que se nos proporcionó, pudiesemos encontrar los precios.

Por lo tanto, lo que se decidió realizar con respecto a la elección de las bases de datos fue el tomar los datos que nos proporcionó el Dr. Erick Estrada, y agregar los precios de acuerdo a los precios del mercado que encontré en los comercios sobre rueda ubicados en la Col. Industrial Vallejo, Gustavo A. Madero, cercanos a donde yo vivo. Y las frutas, verduras y semillas que faltasen, se buscaron los precios por internet que se vendiesen en México para el llenado de la Base de Datos. Además, se complementó con un valor agregado de acuerdo a la importancia para la dieta vegetariana cruda de acuerdo a los requerimientos nutricionales que se encontraron en las investigaciones del Dr. Erick Estrada [1], donde el valor de 5 es de vital importancia, es decir que al menos cada día es imprescindible su consumo, y hasta el 1 donde es requerido pero no fundamental o vital.

4. Metodología

La metodología usada es primero ya que definimos el planteamiento a resolver lo que debemos de definir es justamente la forma de resolver el problema, de manera que lo que queremos buscar es una forma óptima de escoger los kilogramos de fruta, verdura y semillas oleaginosas dado cierto presupuesto. Por lo tanto, la entrada será el presupuesto que se tiene por semana para una persona o una familia. Luego lo que se hará es dividir ese presupuesto de acuerdo a los requerimientos nutricionales de cada ser humano. En este caso, se toma de acuerdo a la prioridad que tiene para nuestra dieta las frutas y las semillas oleaginosas, dado que son la fuente mayoritaria de vitaminas, minerales, grasas y proteínas, lo que se hará es dividir el presupuesto de manera que el 40 % se enfoque para las frutas y el 40 % para las semillas oleaginosas. De manera que el resto 20 % se enfocará a las verduras, que no menos importantes son baratas en el mercado mexicano.

Ahora bien, una vez separados los presupuestos, notemos que ese pedazo del presupuesto total, ahora será el nuevo presupuesto para ese tipo alimento. Para realizar más sencillos los cálculos para las frutas y verduras, lo que se aplicará es un algoritmo computacional llamado "Knapsack 0/1", el cual le trata de elegir la combinación que optimiza el valor de la fruta comprada de acuerdo a los requerimientos nutricionales con un límite de presupuesto, en este caso será el presupuesto respectivo para la fruta y para la verdura. Este algoritmo tomará o no tomará el kilogramo de determinada fruta, dependiendo si este optimizará el valor de la fruta global que comparemos. Análogamente, se hace para las verduras.

Para el caso de las semillas oleaginosas es totalmente otro caso, en donde generalmente en los mercados esta demasiado caro y generalmente el presupuesto llegará a alcanzar para un kilogramo de determinada semilla y nada más. Sin embargo, en los requerimientos nutricionales, es mejor combinar más semillas oleaginosas que solamente una, dado que potencializan el valor nutricional de cada una, que separadas. Por lo tanto, podremos comprar fracciones de kilogramo, pero de manera que optimice el valor final de las semillas compradas. Por tanto, se aplicará el algoritmo computacional denominado "*Fractional Knapsack*", el cual podrá dividir las fracciones del kilogramo de determinada semilla, con el fin de tomar ciertas cantidades de esa fracción para que al juntarlo con las demás fracciones de semillas se maximice el valor nutricional de las semillas compradas.

De manera, que el resultado final con ayuda de los algoritmos computacionales mencionados será la lista a comprar de frutas, verduras por kilogramo aunado a la lista de semillas oleaginosas con fracciones de kilogramo, junto con el precio de compra. Además, se anexará el número total de kilogramos de fruta, verdura, semillas a comprar y de cuántos días rendirá para una persona.

5. Uso de los recursos Computacionales

En cuestión de los recursos computacionales, se usaron de una manera adecuada al considerar que los algoritmos de Knapsack 0/1 y el Knapsack fraccional son complejos en el sentido que conforme aumentamos la entrada y los elementos que podemos elegir, le tomará a la computadora ejecutarlo en un elevado tiempo y tomando bastantes recursos de la computadora como la memoria.

Notemos que la lista de las frutas es de 53, mientras que las verduras son cercano a 53 objetos. Por lo tanto, desarrollar el algoritmo convencional del "0/1Knapsack" nos tomaría alrededor de 70,000 años el ejecutarlo para que nos de una correcta solución. Por lo que esta aproximación no sería la adecuada. Así que se optó implementar el algoritmo de Knapsack con un enfoque de programación dinámica, que se aproxima bastante a la solución en cuestión de segundos. La mejora es substancial ya que no se repiten cuentas que en el caso convencional lo hace.

Además, con respecto a las semillas oleaginosas, tenemos que son alrededor de 14 semillas y deseamos desarrollar el algoritmo de Knapsack fraccional, en donde también se ejecuta de manera adecuada, con resultados sorprendentes y con el debido cuidado de tanto la memoria como el tiempo de ejecución. El algoritmo que se usa es demasiado efectivo en el uso de los recursos computacionales, y la forma de atacar el problema es de una forma que al avanzar paso a paso, se llega a la mejor solución para que así se pueda concluir una mejor solución global.

Por último, se desea explicar que si se desea incrementar la lista de los alimentos de la dieta vegetariana cruda a más elementos, se podría realizar sin problema alguno. El tiempo de ejecución de este algoritmo llega a ser bastante rápido. Así que este proyecto si se podría generalizar a las bases de datos de frutas de distintos municipios, regiones, estados e inclusive hasta países para el correcto desarrollo de la solución del problema planteado.

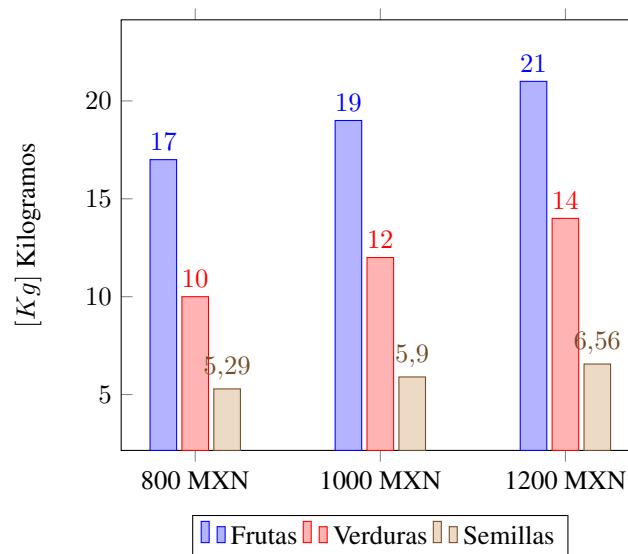
6. Conclusiones

Se llegó a la conclusión de que se cumplió con el objetivo de resolver de forma óptima, tomando en cuenta los recursos computacionales proporcionados, el problema. Proporcionando grandes resultados a los distintos presupuestos que se dieron como entrada en el algoritmo. Se pudo tomar en cuenta el aspecto de que el algoritmo usado para resolver este problema era demasiado complejo, para dar una buena alternativa que brinde buenos resultados.

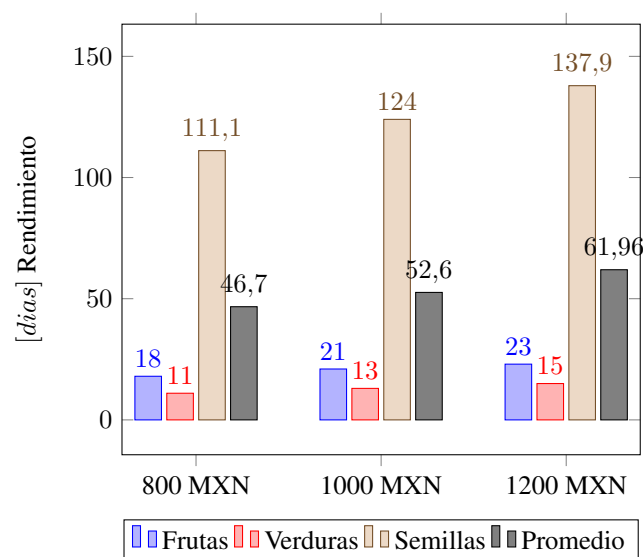
Sorprendentemente, se llegaron a grandes conclusiones que sin lugar a dudas, marcarán un cambio de paradigma en la sociedad. Los resultados que arrojó el algoritmo fueron los siguientes, como se puede observar en la gráfica. Para un presupuesto de \$1,000.00 MXN se llegó a la conclusión de que puede rendir bastante para 2 semanas para una persona en general. Por lo que con \$2,000.00 MXN, se podría llegar a rendir para 1 mes completo para una persona, cubriendo todas las necesidades nutricionales del cuerpo que son Vitaminas, Minerales, Proteínas, Grasas, Azúcares. Se puede observar en la siguiente gráfica que se puede comprar demasiados kilos de fruta

de alrededor de 19 tipos diferentes de fruta, 12 tipos distintos de verdura y 6 distintos tipos de semillas oleaginosas.

Con este presupuesto para una semana para una persona se cumple todos los requerimientos para que la nutrición sea la correcta, para que rinda inclusive más o igual a dos semanas, y por último, tiene más variedad de frutas que las grandes instituciones de nutrición europeas de Inglaterra, Alemania y Sudamerica mencionan, que se deben de consumir mínimo 10 distintos tipos de frutas y verduras, y notamos que para el de \$800 MXN inclusive se tiene que se puede comprar cerca de 17 frutas distintas mientras que con el de verduras cumple la norma. Eso sin tomar en cuenta las semillas oleaginosas, mínimo son tres y con el presupuesto fijo de \$800 pesos se puede comprar hasta 6 distintos tipos de semillas.



A continuación se presenta el rendimiento de los alimentos comprados de acuerdo a estos presupuestos. De manera que podemos notar la diferencia entre un presupuesto y otro, aunado el rendimiento en días que podemos estar con esta dieta vegetariana cruda con los requerimientos necesarios y suficientes para vivir. Sin excedentes.



A manera de conclusión, se puede llegar a notar que se puede optimizar la compra de alimentos de una dieta vegetariana cruda, la cual consiste en frutas, verduras y semillas oleaginosas como nuestros antepasados lo hacían, antes de la invención de la agricultura y del uso de fuego en la cocina [1], resulta ser muy fácil de consumir, se ahorra gas, luz y electricidad que bien podría ocuparse en la compra de más alimentos o simplemente para que nuestro bolsillo lo agradezca.

Además de que puede incluso ser más barato que la dieta omnívora y definitivamente con una mejor calidad nutricional. Con ayuda del modelado matemático y con algoritmos implementados en código, se puede llegar a concluir que la dieta vegetariana cruda en México, es de las más baratas y se tiene gran abundancia para elegir gran variedad de frutas, verduras y semillas oleaginosas dado que México es un país Megadiverso. La gente en un país como México, no debería de estar enferma, dado la gran variedad de alimentos de frutas, verduras que están al alcance de cualquier persona.

Referencias

- [1] Estrada, E. (2019) El Modelo Hervívoro: El nuevo modelo alimenticio de Homo Sapiens, Segunda Edición, Fórmulas Herbolarias Ediciones.
- [2] Visitado el día 4 de Febrero de 2020, Esperanza de Vida, INEGI (Página Oficial) Cuéntame INEGI URL (<http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/esperanza.aspx?tema=P;>)
- [3] Klenk, J., Keil, U., Jaensch, A., Christiansen, M. C. Nagel, G. Changes in life expectancy 1950-2010: contributions from age- and disease-specific mortality in selected countries. Population health metrics 14, 20–20, <https://doi.org/10.1186/s12963-016-0089-x>(2016).