

# Sistema de Recomendación sobre el Consumo Nutricional basado en una Arquitectura Cliente-Servidor Utilizando un Dispositivo Android

Arturo PÉREZ DORANTES, Máximo LÓPEZ SÁNCHEZ, Melisa HERNÁNDEZ SALINAS  
Departamento de Ciencias computacionales, Cenidet  
Cuernavaca, Morelos 62490, México  
[arturo9324, máximo, melisa.hernandez]@cenidet.edu.mx

## RESUMEN

La obesidad en la sociedad actual es un factor de mucho interés para el sector salud y económico de gran parte de los países, esto debido a que año con año mueren millones de personas alrededor del mundo debido a problemas relacionados con la obesidad. El siguiente artículo propone un sistema de recomendación con el cual los usuarios podrán mantener un control de su ingesta nutricional y calórica con el fin de ayudarlos a tener un estilo de vida más saludable y de esta forma prevenir, evitar y/o reducir la obesidad.

**Palabras Claves:** Calorías, Obesidad, Nutrientes, Dispositivo Móvil, Android, Cliente-Servidor.

## 1. INTRODUCCIÓN

Dos de los problemas de salud que más están presentes en la sociedad actual son el sobrepeso y la obesidad, los cuales de acuerdo a [1] se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. Estos problemas han llegado a causar una gran cantidad de muertes a lo largo de los años, debido a las enfermedades que se relacionan a los mismos, entre las cuales se encuentran la diabetes, problemas circulatorios o motrices, entre otras.

De acuerdo a un estudio realizado sobre la población mexicana [2] al comienzo de la década del 2010 el 68% de la población masculina y el 74% de la población femenina sufrían de sobrepeso, de estos el 27% de la población masculina y el 37% de la población femenina presentaban obesidad. En este mismo informe, se calcula que para la próxima década (2020) el 75% de la población masculina y el 79% de la población femenina sufrirán problemas de sobrepeso u obesidad, y si estas carecen de cuidado y tratamiento podría llegar a generar enfermedades que podrían costarles la vida.

Con esto en mente el presente artículo muestra un sistema de recomendaciones que tiene como objetivo ayudar a todo tipo de persona a medir y controlar su consumo y gasto tanto calórico como nutricional por medio de la integración de un sistema en un dispositivo móvil Android y un servicio web basado en una arquitectura Cliente-Servidor, este sistema permitirá a los usuarios obtener los valores nutricionales de los productos envasados que cuenten con etiquetas de información nutricional.

El resto del artículo está organizado como se presenta a continuación. En la sección 2 se listan las razones por las cuales se busca resolver el problema; en la sección 3 se presentan

algunos trabajos similares que se enfocan en aplicaciones que buscan solucionar el mismo problema; en la sección 4 se presenta la metodología bajo la cual se trabajó el sistema; en la sección 5 se presenta la arquitectura utilizada para la comunicación del servicio y la aplicación móvil; en la sección 6 se presentan las características del ambiente de desarrollo y pruebas; en la sección 7 se presentan las pruebas que se efectuaron con el sistema y los resultados que se obtuvieron, y finalmente en la sección 8 se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

## 2. MOTIVACIÓN

El acelerado incremento en el índice de obesidad a nivel mundial, tanto en adultos como en la población infantil, ha llevado a gran cantidad de organizaciones gubernamentales a interesarse en este mal; la Organización Mundial de la Salud (*OMS* por sus siglas en inglés) presentó un informe relacionado a este tema [1], en el cual muestra que a nivel mundial el 65% de los países tienen mayores índices de muertes por casos de obesidad que por casos de desnutrición, de igual forma presentan que el 44% de casos de diabetes, el 23% de cardiopatías isquémicas y del 7 al 41% de determinados cánceres se pueden atribuir al sobrepeso u obesidad.

Dichas enfermedades, en especial la diabetes se muestra como una de las enfermedades con mayor índice de mortalidad, de acuerdo al INEGI ha sido una de las principales causas de mortandad en México, únicamente superado por enfermedades del corazón (excluyendo ataques al corazón), algunas de las cuales también son causadas por la obesidad.

De acuerdo a [3] los gastos que causa la obesidad solamente considerando a la diabetes mellitus tipo 2 ascienden a más de 85 mil millones de pesos al año, de esto el 73% es exclusivamente para gastos de tratamiento médico, el 15% corresponde a pérdidas de ingreso por ausentismo laboral y 12% por pérdidas de ingreso por mortalidad prematura. De igual forma en el mismo informe se presenta que para una persona es 21 veces más barato cambiar de hábitos que tratar con una diabetes. Dado que el costo de un prediabético obeso que modifica su dieta y actividad física se calcula en alrededor de 92860 pesos a lo largo de 30 años, sin embargo en el caso contrario el gasto a causa de complicaciones médicas podría llegar hasta 1.9 millones de pesos.

De acuerdo a [1] para frenar esta epidemia es necesario una estrategia poblacional multisectorial, multidisciplinaria y adaptada al entorno cultural. De acuerdo a [4] 77.7 millones de mexicanos utilizan un teléfono celular y dos de cada tres usuarios cuentan con un teléfono inteligente. Con esto en mente, la solución más adecuada al entorno cultural en México es una

aplicación en un dispositivo móvil, por lo cual se propone como solución el siguiente trabajo.

### 3. TRABAJOS RELACIONADOS

Tradicionalmente se consulta la información de los productos por medio de sus etiquetas, pero a pesar de que dichos datos se proporciona de forma abierta, gran parte de las personas ignoran como afectan dichos valores a su dieta y a su salud, además que puede llegar a ser una tarea difícil y tediosa mantener un control sobre su alimentación, por tal motivo muchas aplicaciones informativas se han desarrollado para proporcionarle a los usuarios la información calórica de lo que han consumido.

En [5] se propone ayudar a la población tailandesa con su ingesta calórica; se desarrolló un sistema capaz de analizar fotos de los alimentos tailandeses, en este trabajo dichas fotos son analizadas con el fin de efectuar una comparación del alimento en la imagen con imágenes de alimentos en una base de datos, haciendo posible obtener un aproximado de las calorías que se consumen con dicho alimento. Este sistema probó tener una precisión relativamente alta cuando los alimentos que se analizaban presentaban mucha textura, de modo que no se alcanzaba a ejecutar correctamente el análisis si el alimento carecía de esta. Por tal motivo no se pretende utilizar un enfoque similar para este trabajo, ya que lo que se busca es una precisión lo más próxima al 100%, motivo por el cual se decidió que la información se obtuviera por medio de las etiquetas de los productos.

En [6] se presenta un sistema que permite obtener algunos atributos que pueden estar contenidos en los alimentos, por ejemplo la cantidad de leche, carne o granos, a través de un código de 29 dígitos contenido dentro de un código QR, de esta forma el sistema proporciona algunas recomendaciones con relación al consumo que se ha registrado. Este sistema a comparación con el que se presenta en este trabajo es muy básico ya que únicamente permite obtener los valores que se definen para el código QR.

En [7] se presenta un sistema que permite conocer la información calórica de los alimentos de Malasia y de esta forma permitirle a los usuarios controlar su ingesta de alimentos y en consecuencia su ingesta de calorías, así mismo este sistema permite a los usuarios registrar sus actividades físicas y de esta forma obtener un aproximado de las calorías que se quemaron al realizar alguna de estas actividades. Este sistema proporciona un valor de calorías general para los alimentos, dado que los alimentos que aquí se registran son genéricos y no se adaptan de acuerdo al contenido real de dicho alimento a diferencia del trabajo que aquí se propone, el cual busca obtener los nutrientes exactos de acuerdo a las etiquetas nutrimentales de los productos.

En [8] se presenta un sistema que consta de una aplicación móvil y un servidor, en el cual, el servidor se encarga de analizar las imágenes que proporciona la aplicación con el fin de calcular la ingesta calórica del alimento que se muestra en las imágenes, las imágenes que tomadas se clasifican en dos tipos, antes y después de comer, esto con el fin de obtener una estimación de la cantidad real de alimento consumido y de esta forma tratar de conseguir una exactitud mayor. A diferencia de este trabajo, el trabajo aquí propuesto no pretende producir estimaciones de alimentos preparados, únicamente de alimentos envasados y que cuenten con una tabla de valores nutrimentales.

A continuación se presenta la metodología para el sistema que se presenta en este artículo, dicho sistema busca obtener los valores nutricionales que debe tener todo producto comercial mexicano de acuerdo a la ley, y con función a los alimentos consumidos y de acuerdo al perfil del usuario se pretende proporcionar recomendaciones de consumo que sean adecuadas y óptimas, proporcionando a los usuarios un mejor control sobre su ingesta calórica.

### 4. METODOLOGÍA

Para desarrollar el sistema de recomendaciones se utilizó la metodología que se puede observar en la figura 1, la cual está compuesta de 2 fases:

- Información nutrimental
- Recomendaciones

#### Información Nutrimental

Durante esta fase se efectúan dos actividades, la primera consiste en el procesamiento del código de barras del producto sobre el cual se desea recibir una recomendación o se desea registrar como consumido, dicho código se obtiene por medio de la cámara integrada en un dispositivo móvil Android, posteriormente el código es tratado con el fin de realizar una consulta al servidor; por su parte el servidor (que funciona bajo una arquitectura REST) se encargará de obtener y validar las claves tanto del usuario como del producto solicitado, y en caso de que ambas estén correctas se enviará una respuesta con el objeto solicitado (información nutrimental del producto) en formato JSON. En la segunda actividad se requiere la interacción del usuario, ya que este podrá decidir entre registrar el producto como consumido o evaluarlo para su consumo tomando en cuenta su consumo previo.

#### Recomendaciones

En la segunda fase de la metodología lo que se busca es generar retroalimentación a los usuarios de su consumo diario de acuerdo a su condición física y salud, para esto se utilizaron las fórmulas y tablas con estándares para los valores óptimos de consumo, ya sea de calorías, donde se utiliza la fórmula del cálculo de tasa metabólica basal Ec. (1), Ec. (2), o de algún nutriente, para lo cual cada uno cuenta con su propia fórmula que varía de acuerdo a la información del usuario.

$$RMR \left( \frac{Kcal}{día} \right) = 66.4730 + (13.7516 * p) + (5.003 * s) - (6.7550 * e) \quad (1)$$

$$RMR \left( \frac{Kcal}{día} \right) = 665.0955 + (9.5634 * p) + (1.8496 * s) - (4.6756 * e) \quad (2)$$

Donde:

- p representa el peso del usuario en kilogramos
- s representa la estatura del usuario en centímetros
- e representa la edad del usuario en años

Estas fórmulas [9] se utilizan, para hombres en el primer caso y para mujeres en el segundo, con el fin de obtener la cantidad de calorías que una persona puede consumir en un día si no se realiza ninguna actividad física, de forma que un valor menor al resultado resultaría en una disminución de peso y un valor mayor al resultado se reflejaría en un aumento del mismo. De acuerdo a

los autores estas fórmulas fueron tabuladas para un peso de entre 25 y 129 kg, una estatura de entre 151 a 200 cm y para edades de entre 21 y 70 años, dichos rangos pueden ser sobrepasados pero esto puede llegar a disminuir la precisión.

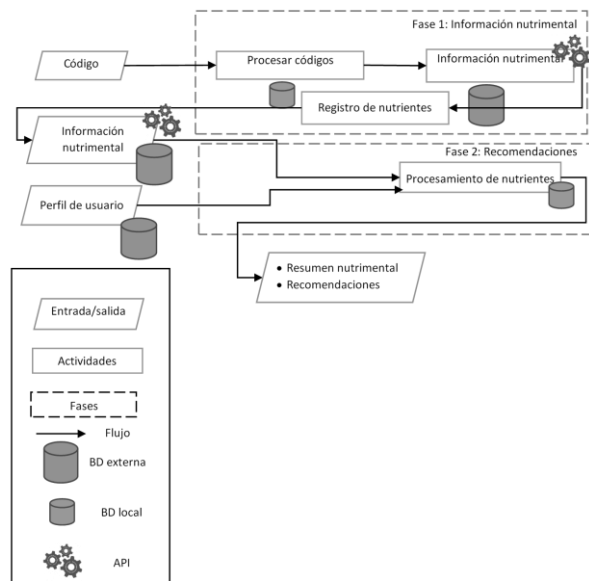


Figura 1 Metodología del sistema de recomendaciones

## 5. ARQUITECTURA

Con el fin de reducir el espacio en memoria que utiliza la base de datos del dispositivo móvil, toda la información tanto de los productos como del consumo de los usuarios se almacena en un servidor con una base de datos externa.

Para hacer uso de la aplicación en el dispositivo móvil Android se implementó una arquitectura cliente-servidor (figura 2) la cual se utilizará por medio de un proceso solicitud-respuesta, donde la solicitud se ejecuta por medio de los métodos de http (GET con el fin de solicitar información, POST para registrar algún objeto, PUT/PATCH que se utilizan para actualizar algún registro y finalmente DELETE para eliminar algún registro).

En cuanto al registro de nuevos productos y la gestión de los usuarios que administren dichos productos se implementó un servicio web el cual tiene una conexión directa a la base de datos (figura 2), de esta forma al separar los servicios, el de registro de información y el de consulta de productos y nutrientes para los usuarios de la aplicación móvil, se pudo implementar una mejor seguridad de la que se obtendría si ambos se consultarán a partir de la misma fuente. Por un lado se implementó una seguridad convencional de navegación por medio de sesiones y cookies, por otro lado para el servicio consumible por la aplicación móvil se optó por utilizar tokens para el manejo de la seguridad.

## 6. DESARROLLO

Para la implementación del sistema se utilizó una computadora con sistema operativo Windows 10 de 64 bits, con 16GB de memoria RAM y con un procesador de 2.6Ghz.

Para el desarrollo del servicio web y el servicio REST para proporcionar los resultados a la aplicación móvil, se utilizó el lenguaje de programación Ruby en la versión 2.2.4, bajo el framework Rails en la versión 5.0.0.1, se decidió utilizar este lenguaje debido a la alta gama de librerías (conocidas en la comunidad de Ruby como gemas) con las que cuenta, las cuales facilitaron el desarrollo rápido del servicio, en cuanto al framework la decisión se debió a la facilidad que proporciona para el manejo de solicitudes, lo cual permitió proporcionar una adecuada respuesta a cada tipo de solicitud, ya fuera del servicio web o de la aplicación móvil.

En lo referente a la aplicación móvil se trabajó bajo el sistema operativo de Android debido a la alta cantidad de usuarios que actualmente utilizan este sistema operativo, y con el fin de llegar al mayor número de usuarios posibles, con el fin de no comprometer la funcionalidad del proyecto se decidió utilizar el nivel 16 de la API, la cual de acuerdo a la plataforma de desarrollo Android Studio actualmente puede llegar a alcanzar hasta el 87.4% de los usuarios de Smartphone que cuenten con sistema operativo Andorid.

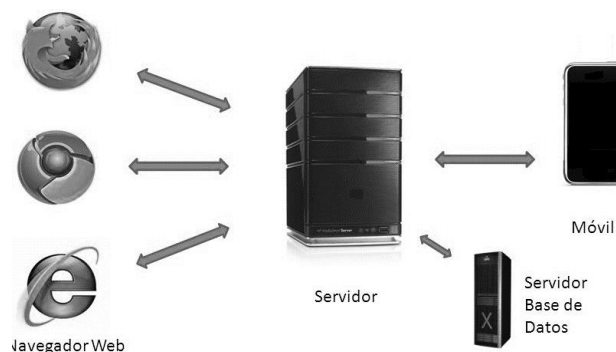


Figura 2 Arquitectura de la aplicación

## 7. PRUEBAS Y RESULTADOS

Se diseñaron dos planes de pruebas para el sistema, en el primer caso se probó el sistema directamente desde un navegador web con diversos tipos de usuarios. En cuanto al servicio se efectuaron dos tipos de pruebas, la primera consistió en probar la aplicación web con el fin de validar la funcionalidad del mismo y la segunda haciendo uso de la gema de Rails conocida como rspec, la cual permite ejecutar pruebas de solicitudes simuladas creando una base de datos independiente que es borrada al finalizar las pruebas, de igual forma se realizaron algunas pruebas directamente en el dispositivo móvil, con lo cual se pudieron analizar algunas de las recomendaciones que el sistema nos proporcionaba.

### Pruebas Del Servicio Web

Con el fin de probar la correcta funcionalidad del servicio web para el registro de usuarios y de los productos con sus respectivos nutrientes, se generaron múltiples usuarios con sus respectivos roles, los cuales se establecieron como usuario administrador y usuario normal.

**Usuario Administrador:** el usuario administrador cuenta con los permisos para Crear (Figura 3) y Eliminar (Figura 4) usuarios, sin embargo los usuarios administradores únicamente podrán eliminar a otros usuarios que no sean ellos mismos, de esta forma aseguramos que en el sistema siempre exista registrado al menos un usuario administrador. En cuanto a

la creación de nuevos usuarios y con el fin de mantener un control sobre los registros, se estableció una estrategia de registro restringido de usuarios donde se especificó que únicamente los usuarios administradores podrán crear nuevos usuarios, a partir de esto y con el fin de informar a los nuevos usuarios de su registro en la plataforma se configuró un agente de correo (Figura 5) que tiene como finalidad informar al nuevo usuario su registro a la página y su contraseña temporal.



Figura 3 Registro de un nuevo usuario



Figura 4 Administración de usuarios, pueden eliminarse

From: pdao113787@gmail.com  
 Subject: Bienvenido al sistema de registro de alimentos  
 Date: Nov 24, 2016 05:54:27 PM Hora estándar central (México)  
 To: arturo9324sa@gmail.com

### Bienvenido al sistema de registro de alimentos

Este correo es para informarle que se ha creado un usuario con su correo electrónico dentro el sistema de registro de alimentos.

Para iniciar sesión [aquí](#), utilice este correo y la contraseña: 123456

Le sugerimos Cambiar su contraseña lo antes posible.

¡Esperamos su pronta visita!

Figura 5 Correo enviado a un nuevo usuario creado

**Usuario Normal:** el usuario normal es algún usuario que represente alguna marca, dicho usuario podrá gestionar sus productos (Figura 6), registrando nuevos productos, agregando los nutrientes a dichos productos, editarlos, e incluso eliminarlos.

### Pruebas Del Servicio REST

Para probar el servicio de consulta de nutrientes. Se implementaron dos tipos de pruebas. Las pruebas simulando solicitudes y validando los modelos de la base de datos (con rspec), y las pruebas haciendo uso de la aplicación móvil.

**Pruebas con rspec:** para probar la correcta funcionalidad de las solicitudes, se generaron dos tipos de pruebas.

La primera prueba o la prueba de validación de modelos, consistió en validar que las columnas presentes en la base de datos cuenten con los formatos correctos antes de ser registrados, de esta forma que se validaron los modelos con las siguientes condiciones (Figura 7):

- Los valores deben coincidir con su respectivo tipo.
- Los valores necesarios no deben estar en blanco.
- Las relaciones entre tablas deben estar presentes.

El segundo tipo de pruebas consistió en validar las solicitudes que se efectuaban a los diversos modelos a través de los diversos métodos de http, de esta forma se determinaron las siguientes validaciones (Figura 8):

- Se validó que se reciban los datos correctos.
- Se validó que el formato y el cuerpo de la respuesta concuerden con la esperada.
- Se validó la seguridad de los tokens, permitiendo únicamente a usuarios registrados con su respectivos token hacer solicitudes.

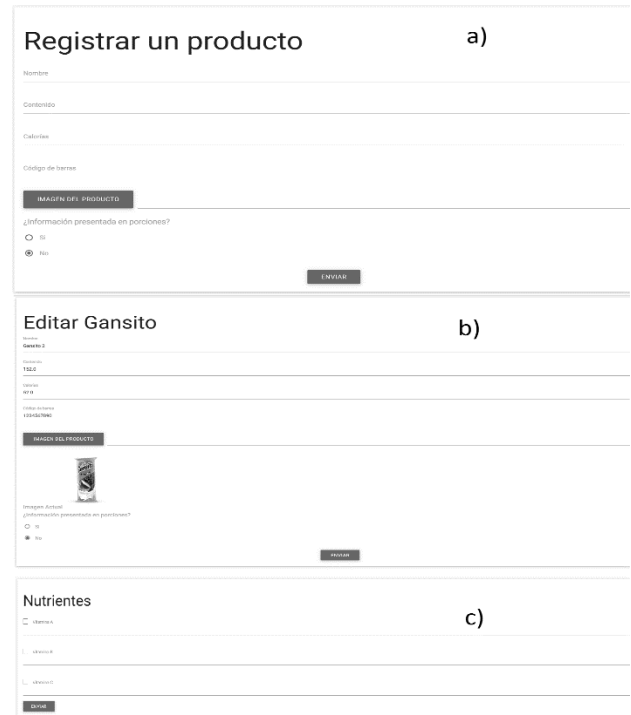


Figura 6 Acciones a realizar por el usuario normal  
 a) Registro de un producto  
 b) Edición de un producto  
 c) Agregar nutrientes a un producto

| AppUser  |
|--|
| should require email to be set                               |
| should require provider to be set                            |
| should require uid to be set                                 |
| should require name to be set                                |
| should create a new user if the uid and provider don't exist |
| should not create a new user if the info is missing          |
| HasNutrient  |
| should belong to product                                     |
| should belong to nutrient                                    |
| should only allow numeric, integer values for cantidad       |
| Nutrient   |
| should require nombre to be set                              |
| should require unique value for nombre                       |
| should have many has_nutrients                               |
| should have many products through has_nutrients              |
| Product  |
| should require nombre to be set                              |
| should require cantidad to be set                            |
| should require calorías to be set                            |
| should require codigo to be set                              |
| should have an attachment named image                        |
| should require presence of attachment image                  |
| Token  |
| should belong to app_user                                    |

Figura 7 Validación de modelos

| Api:V1:AppUsersController                      | Api:V1:ProductsController                                    |
|--|--|
| POST /api/v1/app_users                         | GET /api/v1/products/id                                      |
| <b>Create a new user</b>                       | <b>with valid code and token</b>                             |
| example at ./spec/requests/app_user_spec.rb:14 | should respond with numeric status code 200                  |
| example at ./spec/requests/app_user_spec.rb:16 | should include "application/json"                            |
| should include "application/json"              | expect to have a content                                     |
| should respond with the created user           | expect to respond with the related nutrients                 |
| has to return the created token                |  |
|  | <b>with invalid code</b>                                     |
|  | should respond with status code 'unprocessable_entity' (422) |
|  | should include "application/json"                            |
|  | expect to have an error                                      |
|  | <b>with different token</b>                                  |
|  | should respond with status code 'unauthorized' (401)         |
|  | should include "application/json"                            |
|  | expect to have an error                                      |
|  | <b>with invalid token</b>                                    |
|  | should respond with status code 'unauthorized' (401)         |
|  | should include "application/json"                            |
|  | expect to have an error                                      |
|  | <b>with no user</b>  |
|  | should respond with status code 'unauthorized' (401)         |
|  | should include "application/json"                            |
|  | expect to have an error                                      |

**Figura 8 Validación de las solicitudes**  
a) Validación del controlador de usuarios  
b) Validación del controlador de productos y seguridad

### Pruebas con aplicación móvil

Para probar el correcto funcionamiento del lector de código de barras se utilizaron diversos dispositivos de diversos distribuidores y con diferentes versiones de Android. Lo cual demostró que el sistema funciona correctamente en versiones posteriores al Android 4.1 independientemente del tipo de cámara (Figura 9).

| Versión de Android | ¿Escaneo de código? | Cámara (Mp) |
|--------------------|---------------------|-------------|
| 4.4                | Si                  | 8           |
| 4.3                | Si                  | 5           |
| 4.1                | No                  | 5           |
| 4.1                | Tardo               | 3           |
| 6.0                | Si                  | 13          |
| 5.0                | Si                  | 13          |
| 6.0                | Si                  | 13          |
| 5.0                | Si                  | 13          |
| 5.1                | Si                  | 13          |

*Figura 9 Dispositivos donde se probó el sistema*

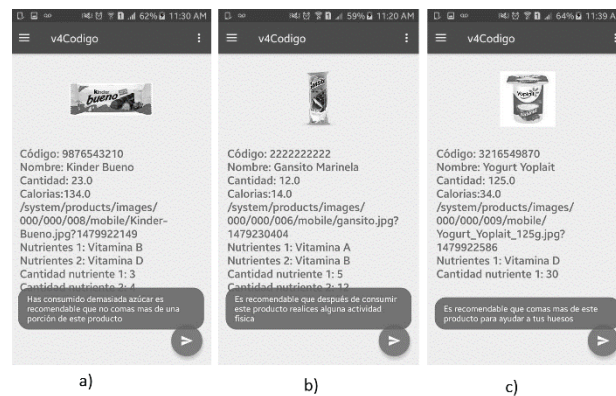
En cuanto al sistema de recomendaciones se registraron diversos alimentos con sus respectivos nutrientes, y fueron consultados de diversas fuentes, con lo cual pudimos observar algunas de las posibles recomendaciones que el sistema puede llegar a proporcionar, ya sea para consumir más de algún producto, para evitar el excesivo consumo o incluso recomendando la realización de alguna actividad física para evitar un exceso calórico (Figura 10).

### 8. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Sin lugar a dudas la obesidad se ha convertido en una epidemia que debe pararse lo antes posible, y es necesario que se promueva e incite a la población a mejorar sus hábitos alimenticios y a realizar actividad física con más frecuencia. Motivo por el cual se decidió desarrollar este trabajo, el cual permitirá a los usuarios conocer la cantidad adecuada de alimentos envasados que pueden

y deberían consumir, y de esta forma ayudarlos a mejorar sus hábitos alimenticios.

El sistema que se propone ayudará a muchas personas a mejorar su estilo de vida, sin embargo aún está lejos de estar completo, ya que para el futuro se planea la integración de un podómetro con el cual se pueda efectuar un mejor balance entre lo que se consume y lo que se quema con la actividad física diaria, permitiéndonos de esta forma proporcionar mejores recomendaciones y así ayudar a más usuarios que sufren de sobrepeso u obesidad.



**Figura 10 Pruebas de la aplicación móvil**  
a) Proporciona una recomendación de las porciones recomendadas para ese producto  
b) Proporciona una recomendación para realizar actividad física después de consumir el producto  
c) Proporciona una recomendación para consumir ese producto

### 9. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue apoyado por el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET), así como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

### 10. REFERENCIAS

- [1] Organización Mundial de la Salud, «who,» Organización Mundial de la Salud, Mayo 2014. [En línea]. Available: <http://www.who.int/features/factfiles/obesity/facts/es/>. [Último acceso: 16 Noviembre 2016].
- [2] K. Rtvclade, T. Marsh, S. Barquera, L. M. Sanches Romero, D. Levy, G. Melendez, L. Webber, F. Kilpi, K. McPherson y M. Brown, «Obesity Prevalence in Mexico: impact on health and economic burden,» *Public Health Nutrition*, 3 Julio 2012.
- [3] IMCO, «Federación Mexicana de Diabetes, A.C.,» 28 Enero 2015. [En línea]. Available: <http://fmdiabetes.org/kilos-de-mas-pesos-de-menos-los-costos-de-la-obesidad-en-mexico/>. [Último acceso: 2016 Noviembre 21].
- [4] INEGI, «ESTADÍSTICAS A PROPÓSITO DEL...,» 13 Mayo 2016. [En línea]. Available: [http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2016/internet2016\\_0.pdf](http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2016/internet2016_0.pdf). [Último acceso: 21 Novimebre 2016].
- [5] N. Tammchat y N. Pantuwong, «Calories Analysis of Food Intake Using Image,» *IEE*, pp. 1-4, 2014.
- [6] H.-H. Hsu, M.-H. Chang y N. Y. Yen, «A Health Management Application with QR-Code Input and,» *IEE*, pp. 119-122, 2012.

- [7] S. Kasim y F. A. Zakira, «Daily Calorie Manager for Basic Daily Use,» *IEE*, pp. 437-442, 2013.
- [8] G. Villalobos, R. Almaghrabi, P. Pouladzadeh y S. Shirmohammadi, «An Image Procesing Approach for Calorie Intake Measurement,» *IEEE*, pp. 1-5, 18-19 Mayo 2012.