



UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Grado en Ingeniería Informática



**TFG del Grado en Ingeniería  
Informática**

**UBUDiabetes 2.0**



Presentado por Luis Miguel Inapanta Oyana  
en Universidad de Burgos — 2 de mayo  
de 2018

Tutor: Raúl Marticorena Sánchez







UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Grado en Ingeniería Informática



D. Raúl Marticorena Sánchez, profesor del departamento de nombre departamento, área de nombre área.

Expone:

Que el alumno D. Luis Miguel Inapanta Oyana, con DNI 71709946-V, ha realizado el Trabajo final de Grado en Ingeniería Informática titulado UBUDiabetes 2.0.

Y que dicho trabajo ha sido realizado por el alumno bajo la dirección del que suscribe, en virtud de lo cual se autoriza su presentación y defensa.

En Burgos, 2 de mayo de 2018

Vº. Bº. del Tutor:

D. nombre tutor





## **Resumen**

El proyecto tienen como objetivo la revisión de la aplicación Android UBUDiabetes 1.1 para el control de la diabetes, incluyendo los nuevos requisitos que surgen de trabajos de fin de grado de validación de la herramienta previa en el grado de Enfermería.

Por otro lado se requiere la inclusión de la automatización de las pruebas, tanto unitarias, integración, sistema, etc. con el fin de aumentar la calidad y robustez de la aplicación.

## **Descriptores**

Aplicación móvil, Control de la diabetes, Calculador de bolo de insulina, Aplicación para Android, Diabetes tipo I, App sanitaria . . .

### **Abstract**

The aim of the project is to review the Android UBUDiabetes 1.1 application for the control of diabetes, including the new requirements arising from end-of-degree validation of the previous tool in the nursing degree.

On the other hand requires the inclusion of the automation of the tests, both unitary, integration, system, etc. in order to increase the quality and robustness of the application.

### **Keywords**

Mobile application, Diabetes control, Insulin bolus calculator, Application for Android, Diabetes type I, Sanitary app ...



---

# Índice general

---

Índice general	III
Índice de figuras	IV
Índice de tablas	V
Introducción	1
Objetivos del proyecto	5
2.1. Objetivos Generales . . . . .	6
2.2. Objetivos de la aplicación . . . . .	6
Conceptos teóricos	7
3.1. Diabetes Tipo I . . . . .	7
3.2. UBUDiabtes 2.0 . . . . .	9
3.3. Imágenes . . . . .	9
3.4. Listas de items . . . . .	10
3.5. Tablas . . . . .	11
Técnicas y herramientas	13
Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto	15
Trabajos relacionados	17
Conclusiones y Líneas de trabajo futuras	19
Bibliografía	21

---

# Índice de figuras

---

3.1. Autómata para una expresión vacía . . . . .	10
--	----

---

# Índice de tablas

---

3.1. Herramientas y tecnologías utilizadas en cada parte del proyecto	11
---	----



---

# Introducción

---

Actualmente podemos encontrar más de 1500 apps relacionadas con la diabetes en plataformas como Google Play, iTunes, Windows Market o BlackBerry World (6). La mayoría se califican como aplicaciones de seguimiento de la enfermedad (33 %), ya que permiten el control de los registros de la insulina, glucemia, peso, condición física y conteo de carbohidratos. En un porcentaje menor (22 %), encontramos las apps educativas, que facilitan el recuento de carbohidratos mediante juegos o el cálculo de insulina a través de la glucemia. También existen apps nutricionales, centradas en el cálculo de carbohidratos en las comidas (8 %). Otras, en su mayoría pertenecientes a farmacéuticas, prestan información sobre sus productos (8 %). Y, por último, también se han desarrollado redes sociales y foros que ayudan a compartir experiencias entre las personas diabéticas (5 %).

Entre estas apps existen dos que cuentan con mayor popularidad, si nos fijamos a que en abril de 2017 habían alcanzado las 100.000 descargas en Android: Social Diabetes es la app más utilizada por diabéticos. Con ella se pueden realizar registros de glucemia, insulina o alimentos; también realiza un cálculo aproximado de la insulina en base a los datos recopilados y cuenta con una red social para contrastar opiniones con otros usuarios. Esta aplicación está diseñada para diabetes tipo 1, tipo 2 y para diabetes gestacional. Diabetes: M, la segunda app en el ranking de descargas, recopila un gran número de valores respecto a la diabetes, y muestra amplias tablas de datos, lo que hace que no sea una aplicación fácil de utilizar para la mayoría de los pacientes. A pesar de las reticencias de la población (4), existe suficiente evidencia científica que demuestra que las aplicaciones móviles pueden prevenir el riesgo de sufrir hipoglucemias e hiperglucemias en pacientes diabéticos tipo 1. Además, contribuyen a reducir las visitas a consulta aumentan la efectividad de la gestión de la enfermedad, reducen

los costes (8,9,10), y permiten una mayor adherencia al tratamiento por parte del paciente (1,8), ya que es una tecnología con la que los pacientes empatizan con facilidad[2].

UBUDiabetes 1.0 se desarrolló de la mano de Mario López Jiménez, autor del TFG "UBUDiabetes: Aplicación de control de diabetes en dispositivos móviles", marcado por las ideas surgidas de Lara Bartolomé Casado, autora del TFG "Salud electrónica y Diabetes: Elementos para el diseño de una aplicación informática (App) para jóvenes diabéticos de tipo I".

Tras finalizar una primera versión de la aplicación, Raúl Marticorena Sánchez introdujo algunas modificaciones posteriores, las cuales llevaron a una nueva versión de la aplicación: UBUDiabetes 1.1

Desde el grado de Enfermería, Bruno Martín Gómez, autor del TFG ".Evaluación de la eficacia, efectividad y usabilidad de la aplicación para móviles UBUDiabetes", durante el curso 2016-2017 vio la necesidad de validar la eficacia y efectividad de la aplicación móvil UBUDiabetes 1.1 abordando los siguientes objetivos[2]:

- Validar la eficacia in vitro de las funciones utilizadas en los algoritmos y comprobar los cálculos de hidratos de carbono y del bolo de insulina se realizan de forma correcta.
- Validar la efectividad in vivo de UBUDiabetes 1.1 comparando los datos obtenidos por los usuarios con la app y los que finalmente se han dosificado por su prescripción.
- Valorar el grado de satisfacción de los usuarios con la app y recoger sugerencias de mejora.

Tras una primera la validación de UBUDiabetes 1.1, Bruno Martín llegó a las siguientes conclusiones[2]:

- La eficiencia ha resultado satisfactoria en cuanto la mitad de los usuarios han obtenido resultados acertados respecto a la recomendación del bolo de insulina, y en la otra mitad, los cálculos no han sido tan precisos debido a que los usuarios no tenían la suficiente preparación para el recuento de alimentos. Este factor externo a la app implica que la versión actual de UBUDiabetes 1.1 debe ser recomendada a los usuarios adecuados, con un nivel apropiado de conteo de alimentos.
- Los usuarios han quedado satisfechos con la participación en el proyecto. Coinciden en que es sencilla, útil y de fácil manejo.

- UBUDIabetes 1.1 tiene que evolucionar, para alcanzar un mayor nivel de interacción con los usuarios a la hora del conteo de los alimentos y la visualización de sus registros diarios.

UBUDIabetes 2.0 se centra en la revisión y modificación de la versión 1.1, incluyendo nuevos requisitos surgidos por los compañeros de enfermería, así como en la inclusión de la automatización de las distintas pruebas: unitarias, integración, sistema, etc.





---

## Objetivos del proyecto

---

Para marcar los objetivos, tanto generales como los de la aplicación, analizamos las propuestas y conclusiones marcadas por Mario López Jiménez y Bruno Martín Gómez en sus respectivos proyectos.

- **UBUDiabetes: Aplicación de control de diabetes en dispositivos móviles**<sup>[3]</sup>.
  - Añadir la posibilidad de exportar los datos almacenados en la base de datos SQLite de la aplicación en algún formato que pueda resultar útil para el usuario.
  - Implementar la opción de borrar o modificar entradas de la base de datos.
  - Adaptar la aplicación para tablets aprovechando el diseño de la misma en fragments.
  - Añadir la opción de crear diferentes cuentas de usuario. Es una opción que en un teléfono no resulta especialmente útil, pero si podría serlo en caso de migrar la aplicación a tablets que puedan ser utilizadas por mas de un usuario.
  - La biblioteca MPAndroidChart esta en continua evolución. Por lo tanto actualizar la versión de la misma y, en caso de que tuviera funcionalidades nuevas útiles, aprovecharlas en la aplicación.
  - Ampliar la base de datos de alimentos y en caso de ser necesario si el numero es muy elevado, adaptar el modo en que estos se seleccionan por pantalla a las necesidades.
  - Añadir mas idiomas a la aplicación duplicando para ello los archivos xml en los que se encuentran los Strings de la misma.

- **Evaluación de la eficacia, efectividad y usabilidad de la aplicación para móviles UBUDIabetes[2].**
  - "La posibilidad de mostrar los alimentos que se van introduciendo para el cálculo de hidratos de carbono en una comida".
  - .Ampliar la lista de alimentos disponibles. Y mostrar la relación de hidratos de carbono".
  - "Dar la posibilidad al usuario de elegir las unidades en las que quieren hacer el recuento (raciones, gramos o directamente los hidratos de carbono que los usuarios sacamos de las etiquetas de los productos que consumen)".
  - Incluir en la configuración del perfil del usuario bloques de tiempo para la configuración de distintos valores del Ratio".
  - .Añadir decimales a las unidades de insulina, ya que usuarios con mucha sensibilidad a la insulina, media unidad puede ser determinante".
  - "Tener en cuenta la insulina residual que hay en el organismo".

Una vez analizadas las propuestas y/o conclusiones anteriores, procedemos a marcar los objetivos principales en este proyecto.

## 2.1. Objetivos Generales

- Estudio y análisis del lenguaje y herramientas necesarios para el desarrollo de una nueva versión de la aplicación UBUDIabetes 1.1.
- Investigar herramientas para el desarrollo de prototipado.
- Estudiar las opciones que ofrece Android para la automatización de las distintas pruebas.

## 2.2. Objetivos de la aplicación

- Mostrar los alimentos que se van introduciendo para el cálculo de hidratos de carbono en una comida.
- Añadir decimales a las unidades de insulina.

---

# Conceptos teóricos

---

En este apartado explicaremos aquellos conceptos que consideramos necesarios para la correcta comprensión de este proyecto. Así mismo, al tratarse de una nueva versión, es decir, de la actualización y/o modificación de una versión anterior, se ha decidido incluir únicamente conceptos nuevos, tanto orientados a la aplicación como a la Diabetes tipo I. El resto de conceptos comunes a la versión anterior pueden consultarse en las memorias de los proyectos de Mario López Jiménez [3] y Lara Bartolomé Casado [1].

## 3.1. Diabetes Tipo I

En esta sección definiremos aquellos conceptos en los que la versión anterior de la aplicación (UBUDiabetes 1.1) presentaba ciertos fallos. Para ello, tendremos en cuenta las recomendaciones de Bruno Martín Gómez en su proyecto [2].

### Hidratos de Carbono

Los hidratos de carbono o carbohidratos se definen como biomoléculas compuestas por carbono, hidrógeno y oxígeno, cuyas principales funciones en los seres vivos son el brindar energía inmediata y estructural [7]. El **recuento de carbohidratos** es esencial para el cálculo de bolo corrector, ya que ayuda al usuario a controlar la glucosa en la sangre. Si se consigue un equilibrio adecuado entre carbohidratos ingeridos e insulina, el nivel de glucosa en la sangre se mantendrá dentro de los niveles deseados [1]. Para el cálculo de Grs de HC (Hidratos de Carbono) el usuario deberá:

- Buscar y seleccionar el/los alimento/s que va a ingerir.

- Introducir la cantidad en gramos de dicho/s alimento/s.
- Finalmente, la app deberá realizar el recuento de los gramos de HC en la suma de los distintos alimentos a partir de la tabla de la federación española de la diabetes [5].

## Sensibilidad a la insulina

En la Diabetes, la sensibilidad a la insulina se entiende por el valor de glucemia en mg/dl que se consigue reducir al administrar una unidad de análogo de insulina de acción rápida. Así mismo, se debe tener en cuenta que existen usuarios con **resistencia a la insulina**, es decir, que presentan una condición en la cual los tejidos presentan una respuesta disminuida para disponer de la glucosa circulante ante la acción de la insulina; en especial el hígado, el músculo esquelético, el tejido adiposo y el cerebro. Esta alteración en conjunto con la deficiencia de producción de insulina por el páncreas puede conducir después de algún tiempo al desarrollo de una diabetes mellitus tipo 2 [?]. Por el contrario, existen usuarios con una mayor sensibilidad a la insulina. Es por esto que Bruno Martín Gómez señala en su TFG [2] en el apartado Recomendaciones para la versión UBUDIabetes 2.0.", que se deberían tener en cuenta los decimales en las unidades de insulina, ya que usuarios con mucha sensibilidad a la insulina, media unidad puede ser determinante.

## Insulina residual

Toda insulina tiene un **inicio de efecto** que es el periodo desde la inyección de la misma hasta que empieza a funcionar. Un **máximo efecto** o pico que es el periodo donde existe mas efecto insulínico, debe coincidir con la máxima concentración de hidratos de carbono en el organismo, y un **fin de efecto** que es la ***insulina activa residual*** tras el fin del pico de acción.

## Indice glucémico

El índice glucémico (glycemic index o GI) mide en qué medida los alimentos que contienen carbohidratos elevan la glucosa en la sangre. Los alimentos se clasifican en base a cómo se comparan a alimentos de referencia, ya sea glucosa o pan blanco. Un alimento con un GI alto eleva la glucosa en la sangre más rápido que los alimentos con un GI mediano o bajo [?].

### ¿Qué afecta el GI de un alimento?

La grasa y fibra tienden a reducir el GI de un alimento. Como regla general, mientras más cocido o elaborado un alimento, más alto su GI. Sin embargo, esta regla no siempre se aplica.

- Madurez y tiempo almacenado — Mientras más madura la fruta o vegetal, más alto su GI.
- Elaboración — El jugo tiene un GI más alto que toda la fruta; el puré de papas tiene un GI más alto que una papa entera al horno, el pan de trigo integral molido con piedra tiene un GI más bajo que el pan de trigo integral.
- Método de preparación — El tiempo que se han cocinado los alimentos (los fideos al dente tienen un GI más bajo que los bien cocidos).
- Variedad — El arroz blanco instantáneo de grano largo tiene un GI más bajo que el arroz integral pero el arroz blanco de grano corto tiene un GI más alto que el arroz integral.

## 3.2. UBUDiabtes 2.0

Las referencias se incluyen en el texto usando cite [6]. Para citar webs, artículos o libros [4].

## 3.3. Imágenes

Se pueden incluir imágenes con los comandos standard de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, pero esta plantilla dispone de comandos propios como por ejemplo el siguiente:



Figura 3.1: Autómata para una expresión vacía

### 3.4. Listas de items

Existen tres posibilidades:

- primer item.
- segundo item.

1. primer item.

Herramientas	App	AngularJS	API REST	BD	Memoria
HTML5		X			
CSS3		X			
BOOTSTRAP		X			
JavaScript		X			
AngularJS		X			
Bower		X			
PHP			X		
Karma + Jasmine		X			
Slim framework			X		
Idiorm			X		
Composer			X		
JSON		X	X		
PhpStorm		X	X		
MySQL				X	
PhpMyAdmin				X	
Git + BitBucket		X	X	X	X
MikTeX					X
TeXMaker					X
Astah					X
Balsamiq Mockups		X			
VersionOne		X	X	X	X

Tabla 3.1: Herramientas y tecnologías utilizadas en cada parte del proyecto

2. segundo item.

**Primer item** más información sobre el primer item.

**Segundo item** más información sobre el segundo item.

▪

### 3.5. Tablas

Igualmente se pueden usar los comandos específicos de  $\text{\LaTeX}$ o bien usar alguno de los comandos de la plantilla.





---

## Técnicas y herramientas

---

Esta parte de la memoria tiene como objetivo presentar las técnicas metodológicas y las herramientas de desarrollo que se han utilizado para llevar a cabo el proyecto. Si se han estudiado diferentes alternativas de metodologías, herramientas, bibliotecas se puede hacer un resumen de los aspectos más destacados de cada alternativa, incluyendo comparativas entre las distintas opciones y una justificación de las elecciones realizadas. No se pretende que este apartado se convierta en un capítulo de un libro dedicado a cada una de las alternativas, sino comentar los aspectos más destacados de cada opción, con un repaso somero a los fundamentos esenciales y referencias bibliográficas para que el lector pueda ampliar su conocimiento sobre el tema.



---

## Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto

---

Este apartado pretende recoger los aspectos más interesantes del desarrollo del proyecto, comentados por los autores del mismo. Debe incluir desde la exposición del ciclo de vida utilizado, hasta los detalles de mayor relevancia de las fases de análisis, diseño e implementación. Se busca que no sea una mera operación de copiar y pegar diagramas y extractos del código fuente, sino que realmente se justifiquen los caminos de solución que se han tomado, especialmente aquellos que no sean triviales. Puede ser el lugar más adecuado para documentar los aspectos más interesantes del diseño y de la implementación, con un mayor hincapié en aspectos tales como el tipo de arquitectura elegido, los índices de las tablas de la base de datos, normalización y desnormalización, distribución en ficheros<sup>3</sup>, reglas de negocio dentro de las bases de datos (EDVHV GH GDWRV DFWLYDV), aspectos de desarrollo relacionados con el WWW... Este apartado, debe convertirse en el resumen de la experiencia práctica del proyecto, y por sí mismo justifica que la memoria se convierta en un documento útil, fuente de referencia para los autores, los tutores y futuros alumnos.



---

## Trabajos relacionados

---

Este apartado sería parecido a un estado del arte de una tesis o tesina. En un trabajo final grado no parece obligada su presencia, aunque se puede dejar a juicio del tutor el incluir un pequeño resumen comentado de los trabajos y proyectos ya realizados en el campo del proyecto en curso.



---

## **Conclusiones y Líneas de trabajo futuras**

---

Todo proyecto debe incluir las conclusiones que se derivan de su desarrollo. Éstas pueden ser de diferente índole, dependiendo de la tipología del proyecto, pero normalmente van a estar presentes un conjunto de conclusiones relacionadas con los resultados del proyecto y un conjunto de conclusiones técnicas. Además, resulta muy útil realizar un informe crítico indicando cómo se puede mejorar el proyecto, o cómo se puede continuar trabajando en la línea del proyecto realizado.





---

## Bibliografía

---

- [1] Lara Bartolomé Casado. Salud electrónica y diabetes. elementos para el diseño de una aplicación informática (app) para jóvenes diabéticos tipo i., 2015.
- [2] Bruno Martín Gómez. Evaluación de la eficacia, efectividad y usabilidad de la aplicación par móviles ubudiabetes., 2017.
- [3] Mario López Jiménez. Ubudiabetes: Aplicación de control de diabetes en dispositivos móviles., 2016.
- [4] John R. Koza. *Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection*. MIT Press, 1992.
- [5] Unknown. Tabla hc. [http://www.fundaciondiabetes.org/upload/publicaciones\\_ficheros/71/TABLAHC.pdf/](http://www.fundaciondiabetes.org/upload/publicaciones_ficheros/71/TABLAHC.pdf/), Unknown.
- [6] Wikipedia. Latex — wikipedia, la enciclopedia libre, 2015. [Internet; descargado 30-septiembre-2015].
- [7] Wikipedia. Glúcido — wikipedia, la enciclopedia libre, 2018. [Internet; descargado 26-abril-2018].