



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

SISTEMA INTERACTIVO DE REPRESENTACIÓN GRÁFICA ON-LINE EN UN ENTORNO DE SEGUIMIENTO ANTROPOMÉTRICO DEL CRECIMIENTO INFANTIL Y JUVENIL

Autor

Fabio Heras Cristóbal

Director

Jorge Casas Cañada

Ponente

Ignacio Martínez Ruiz

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
2016



DECLARACIÓN DE
AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D^a. Fabio Heras Cristóbal

con nº de DNI 72798388F en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo

de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la

Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)
Grado _____, (Título del Trabajo)

Sistema interactivo de representación gráfica on-line en un entorno de

seguimiento antropométrico del crecimiento infantil y juvenil

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada
debidamente.

Zaragoza, 13 de Junio de 2016

Fdo: Fabio Heras Cristóbal

SISTEMA INTERACTIVO DE REPRESENTACIÓN GRÁFICA ON-LINE EN UN ENTORNO DE SEGUIMIENTO ANTROPOMÉTRICO DEL CRECIMIENTO INFANTIL Y JUVENIL

Autor: Fabio Heras Cristóbal

Director: Jorge Casas Cañada

Ponente: Ignacio Martínez Ruiz

RESUMEN DEL TRABAJO FIN DE GRADO

El sector de la e-sanidad está experimentando en la actualidad un gran empuje por parte de las instituciones públicas y privadas. La demanda generada por la ciudadanía, la cual ha experimentado en los últimos años una fuerte mejora en el perfil tecnológico, confluye con la necesidad de crear entornos de autocuidado de salud que permitan desarrollar futuros planes de ahorro en el gasto sanitario.

Los sistemas desarrollados deben buscar como objetivo final concienciar e informar al paciente acerca de su propia salud. Para ello, el presente trabajo describe el análisis, diseño, desarrollo e implementación de un sistema interactivo de representación gráfica; que permita crear un entorno de seguimiento antropométrico adaptado a las demandas actuales de la e-sanidad.

El seguimiento médico del sistema propuesto está orientado a dar respuesta a un contexto de crecimiento infantil y juvenil, tomando como objetivo la creación de herramientas de *m-health* que permitan dar cabida a ese seguimiento en un entorno tecnológico. Dicho entorno se encuentra adaptado a las necesidades médicas que confluyen con las demandas del paciente tecnológico.

En este trabajo se ha contribuido con el análisis, diseño, desarrollo e implementación de un sistema interactivo *on-line* de representación gráfica para el seguimiento de patrones antropométricos. En dicho sistema destacan las funcionalidades de registro de usuarios, inserción de medidas antropométricas, visualización de tendencias y posibilidad de compartición de las mismas.

La implementación del sistema final se encuentra dentro del proyecto *growin*, el cual persigue desarrollar un sistema inteligente de seguimiento, detección y prevención del sobrepeso-obesidad y otros desajustes del desarrollo en menores de edad.

ONLINE INTERACTIVE GRAPHIC REPRESENTATION SYSTEM IN AN ENVIRONMENT OF ANTHROPOMETRIC TRACKING OF CHILD AND YOUTH GROWTH

Author: Fabio Heras Cristóbal

Director: Jorge Casas Cañada

Speaker: Ignacio Martínez Ruiz

ABSTRACT

The e-health sector is now experiencing a major push by public and private institutions. The demand generated by the citizenship, which has experienced in recent years a powerful improvement in the technological profile, comes together with the need to create environments that allow self-care health plans to develop future savings in health spending.

Developed systems should seek the ultimate objective such as the awareness and the information that patients have about their own health. In order to achieve that, this paper describes the analysis, design, development and implementation of an interactive graphical representation that allows to create an environment anthropometric tracking adapted to the current demands of e-health.

Medical monitoring of the proposed system is aimed at responding to a context of growing children and youth, targeting the creation of m-health tools that allow this monitoring to accommodate in a technological environment. Such an environment is adapted to the medical needs that converge with the demands of the technological patient.

This paper has contributed to the analysis, design, development and implementation of an interactive on-line graphic display for monitoring anthropometric patterns. In such a system include the functionality of user registration, inclusion of anthropometric measurements, trend display and possibility of sharing them.

The implementation of the final system is within the *growin* project, which aims to develop an intelligent system monitoring, detection and prevention of overweight-obesity and other developmental imbalances in minors.

Tabla de contenido

Resumen	3
Abstract.....	4
1. Introducción y objetivos	7
1.1. Introducción.....	7
1.2. Antecedentes.....	9
1.2.1. Alcance y visión de la e-sanidad.....	9
1.3. Motivación.....	12
1.4. Objetivos	13
1.4.1. Objetivos generales y problemas abordados.....	13
1.4.2. Metodología.....	13
1.4.3. Objetivos específicos.....	13
1.4.4. Fases de consecución de objetivos	13
1.5. Estructura de la memoria	14
2. Estado del arte.....	15
3. Materiales y métodos	16
3.1. Librerías gráficas	16
3.2. Herramientas de emulación móvil.....	17
3.3. Herramientas del entorno de prototipado.....	18
3.4. Herramientas y métodos en el entorno lternova	18
3.4.1. Método 1: Creación de mecanismos de comunicación con los tutores.	18
3.4.2. Método 2: Instalación y configuración de las herramientas de trabajo	18
3.4.3. Método 3: Aprendizaje de diferentes lenguajes de programación.	19
3.4.4. Método 4: Exploración y aprendizaje de bases de datos.	19
3.4.5. Método 5: Exploración de los módulos de desarrollo.	20
4. Análisis y diseño	21
4.1. Análisis del entorno de prototipado	21
4.2. Prototipado del entorno gráfico	24
4.3. Prototipado de la estructura web.....	27
5. Desarrollo e implementación.....	30
5.1. Objetivos desarrollo.....	30
5.2. Esquema del entorno de desarrollo.....	31
5.3. Gestión de datos de pacientes (modules/ ehwingrowin)	32
5.4. Gestión de perfiles de pacientes (modules / ehwinpatients)	33
5.5. Controlador gráfico (core/charts).....	35
5.5.1. Objetivos	35
5.5.2. Descripción.....	35
5.5.3. Configuración	36
5.5.4. Consumo de datos	36
5.6. Estructura Web	37
6. Resultados	38
6.1. Resultados del entorno de análisis	38
6.2. Resultados del entorno de producción	45
7. Conclusiones y líneas futuras	50
7.1. Conclusiones	50
7.2. Líneas futuras.....	51

8. Bibliografía y referencias	52
9. Anexos.....	57
9.1. Anexo 1. Estudio sobre la e-sanidad y las expectativas ciudadanas.....	57
9.1.1 Perfil del paciente empoderado	57
9.1.2 Fuentes de información.....	58
9.1.3 Redes Sociales	59
9.1.4 Aplicaciones Móviles	59
9.1.5 Teleasistencia	60
9.1.6 Relación Médico-Paciente	61
9.2. Anexo 2. Análisis estado del arte.....	62
9.2.1. Análisis de la disponibilidad de aplicaciones en el mercado móvil.....	62
9.2.1.1. Android.....	62
9.2.1.2. iOS	71
9.2.2. Análisis de la disponibilidad de plataformas web	73
9.3. Anexo 3. Librerías gráficas.....	75
9.3.1. Charts.js.....	75
9.3.2. Fusion Charts.....	76
9.3.3. Epoch.....	77
9.3.4. jQuery Visualize.....	78
9.3.5. Google Charts.....	79
9.3.6. Simile Exhibit	80
9.3.8. D3.js.....	82
9.4. Anexo 4. Diccionario de términos.....	83
9.5. Anexo 5. Casos de uso	84

1. Introducción y objetivos

1.1. Introducción

Según el Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (ONTSI) [1], más de 22 millones de personas de 16 a 74 años se conectan a Internet todos los días. Si ponemos el foco en los grupos de edad comprendidos entre 25 y 34, y 35 y 44 años, podemos observar que el 91,7% y el 87,7% respectivamente, hacen uso de internet con frecuencia semanal.

Estas cifras reflejan la clara evolución del porcentaje de internautas, ascendiendo a un 74,7% aquellos que hacen uso de forma semanal. Un dato que muestra cómo en 10 años el porcentaje de uso ha crecido en más del 33%.

A estos datos pueden introducirse las conclusiones establecidas por diversos protocolos [2][3], en los que se refleja que la implicación de la familia en los tratamientos y cuidados médicos es clave para desarrollar una mejora en los actuales planes de salud.

Los grandes avances que la sociedad está teniendo en su madurez tecnológica son un fuerte impulso para la evolución en la forma en que la sociedad interactúa con la salud. La búsqueda de un espacio común, en el que el *know-how* tecnológico se aplique al entorno sanitario, es necesaria para entender y practicar el autocuidado del paciente.

Muestra de esta madurez tecnológica es el auge de las aplicaciones móviles, que ya generan un negocio de más de 4.000 millones de euros en España [4]. Con ello la definición del móvil como método de acceso es primordial en la implantación de plataformas *on-line*.

El último estudio publicado por el ONTSI sobre las TIC en el ámbito sanitario [5], no deja lugar a duda sobre las aportaciones que permitirá desarrollar su implantación. Destacando la promoción de una intervención activa e informada del ciudadano en el cuidado de su salud, así como el mejor control de sus dolencias y tratamientos asociados. Multiplicando las vías de información y posibilitando mejorar la salud y la calidad de la atención que reciben los ciudadanos gracias a un mejor acceso de los profesionales a la información clínica del paciente.

Un factor determinante para la aplicación de la e-sanidad en el medio plazo es el desarrollo de nuevos modelos de atención que permitan la permanencia del paciente en su domicilio. Fomentando un ahorro de costes ligados a evitar desplazamientos innecesarios a los hospitales y centros de salud. Así, el estudio afirma que: *“El desarrollo de un empoderamiento personal en el cuidado de salud, permitirá que los pacientes comiencen a ser protagonistas activos y responsables del cuidado de su propia salud, generando de este modo un nuevo modelo de relación médico-paciente”* [5].

Teniendo en cuenta los porcentajes de uso de internet y el aporte que conlleva implicar a las familias en el cuidado y recogida de datos de sus descendientes, puede valorarse la necesidad de desarrollar entornos tecnológicos para el cuidado de salud. Especialmente en entornos móviles, donde actualmente se está desarrollando la *m-health*.

Como se muestra en la figura A1, un dato clave para extender el uso de la e-sanidad es la percepción que tiene la sociedad sobre el padecimiento de enfermedades crónicas. Estableciéndose que sólo el 29,7% de los encuestados perciben estar padeciendo una enfermedad crónica, elevándose al 53,7% cuando se les sugiere el padecimiento de una enfermedad crónica [5]. Este dato es revelador, pues la ciudadanía en general no tiene claro el concepto de padecer una enfermedad. Alergias, sobrepeso, dolores crónicos, etc. no son percibidos como enfermedades. También resulta revelador que sólo 1/3 de la población visita al médico 1 o 2 veces al año [5].

En cuanto a las barreras de acceso tecnológicas, cabe destacar que el 91,3% de la población dispone de acceso a un teléfono móvil, reduciéndose este porcentaje a un 76,1% en el caso de ordenadores. Si bien, ambos porcentajes tienden al alza en la última década de manera continua [1][5].

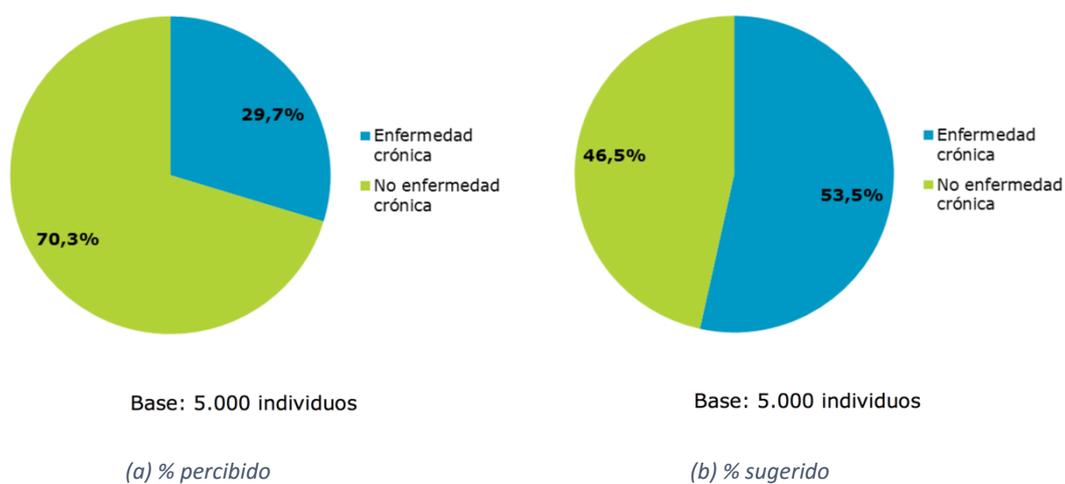


Figura A1 – Gráficos representativos del estudio [5] sobre el apartado de padecimiento de enfermedades crónicas

1.2. Antecedentes

Para entender sobre qué líneas se va a avanzar en este trabajo, debe establecerse un contexto de actuación. Por ello, se ha considerado clave analizar los resultados del último estudio del ONTSI sobre la e-sanidad y las expectativas de la ciudadanía ante esta [5].

En el siguiente apartado se recogen las conclusiones más cercanas del presente trabajo para entender la visión del proyecto. Se analiza de una manera más detallada este contexto en el **Anexo 1 Estudio sobre las e-sanidad y las expectativas ciudadanas**.

1.2.1. Alcance y visión de la e-sanidad

El estudio [5] es especialmente útil para reflejar, desde el punto de vista del paciente, el desarrollo creciente que está experimentando la e-sanidad en nuestro país. La incorporación de Internet como fuente de información y de comunicación a través de las redes sociales está cambiando la forma de cómo los ciudadanos se acercan y gestionan su salud y la de sus allegados.

Claves:

- Por un lado, se habla de **ciudadanos más informados que intervienen proactivamente en el cuidado de su salud**, debido a las posibilidades que brindan canales como Internet, las redes sociales virtuales y diversos dispositivos y aplicaciones móviles, consolidando todo ello la emergencia de la figura del paciente empoderado que derivan en nuevos modelos de relación médico-paciente.
- Por otro lado, la **inclusión de las TIC en el ámbito sanitario** genera nuevas sensaciones, en general y como se ha observado, muy positivas por parte de los ciudadanos en cuanto a su utilidad para mejorar la seguridad y calidad en la atención que reciben tanto en los centros sanitarios (mejoras en la utilidad y el acceso a su historia clínica o mejoras en la gestión administrativa) como en su domicilio, de la mano de la telemedicina y teleasistencia, gracias a un mejor acceso de los profesionales a la información clínica de sus pacientes.
- Paralelamente, el trabajo de campo realizado en este estudio certifica **las mejoras evidentes que permiten las tecnologías en la gestión de la salud de los pacientes**, de la mano de herramientas como la Historia Clínica Digital, el servicio de petición de cita por Internet o la receta electrónica.

Internet sigue siendo una fuente de información en proceso de una utilización más masiva, aunque desde el 2011 ha crecido de manera significativa dicho ámbito de uso, el principal hándicap general es que sigue siendo una fuente en vías de alcanzar un grado de confianza amplio para el uso de sus contenidos.

¿Qué elementos deberían contemplarse para un uso más efectivo de Internet para temas de salud?

- Uno de los principales hándicaps reside en que mucha de esa información es difícil de entender, al ser muy especializada para el lector de la misma, y aun entendiéndola le es difícil de saber si es lo que debe aplicar a su estado de salud (más del 44% de los encuestados señalan esta circunstancia).
- Por ello, la población valora positivamente que haya filtros a la hora de buscar en Internet (la búsqueda generalmente se hace con una búsqueda genérica en un buscador como Google). Estos primeros filtros deberían ser los profesionales sanitarios, quienes pueden actuar como consejeros en esta búsqueda. Hasta ahora son pocos los profesionales que recomiendan páginas web para su consulta por los pacientes (solamente el 6,4% de los pacientes lo han señalado).
- El uso de las redes sociales como fuente de información es el medio menos utilizado por parte de los pacientes para dicha función y, además no es considerado como una fuente de confianza especialmente adecuada. Es un camino largo por recorrer y se correspondería a una de las fuentes que podrían ser interesantes para una serie de pacientes, pero no especialmente requerida en la actualidad.

Desde el punto de vista negativo para el uso de la e-sanidad, existen diversas limitaciones que en este momento pueden limitar su desarrollo futuro, esencialmente tres:

- La identificación de las soluciones adecuadas para cada paciente y su estado de salud o enfermedad,
- La acreditación de su validez médico-sanitaria, y por último,
- La necesaria protección de los datos y la privacidad en la información obtenida del paciente.

Aún con todas estas limitaciones quienes son usuarios de estos dispositivos, están esencialmente de acuerdo en que, el uso de estos dispositivos han mejorado o prevenido problemas de salud (55,2% usuarios), lo que seguramente les augura un gran porvenir ya que no se ha dejado de desarrollar aplicaciones innovadoras en estos ámbitos y son cada vez más los dispositivos de uso común (como teléfonos móviles o relojes inteligentes) quienes incorporan este tipo de soluciones.

Los esfuerzos que las distintas Comunidades Autónomas han realizado para poner en marcha los servicios de e-sanidad están teniendo ya su fruto, cada vez son más los ciudadanos que son partícipes de las mejoras que la gestión de su historia clínica en su relación con su médico y los trámites administrativos se reducen, con lo que, la prestación del servicio se hace con mayor rapidez, accesibilidad y calidad. La mejora constante en su desarrollo redundará en un mayor uso y utilidad de estos servicios.

Los servicios de teleasistencia deberán evolucionar de manera adecuada y paralelamente al desarrollo de la pirámide de edad de la población española, con una

presencia cada vez mayor de personas de avanzada edad, que seguramente demandarán más servicios de esta índole para poder gestionar mejor su situación médica y favorecer una mejor calidad de vida entre aquellos que padezcan enfermedades crónicas o situaciones de una mayor dependencia.

Para casi el 40% de los encuestados el uso del e-mail sería una herramienta fundamental en esa nueva relación médico-paciente, por un lado cercana y personal pero también más acorde con las nuevas necesidades y una mejor gestión del tiempo por ambos.

Como colofón a estos análisis, como se indica en la Tabla 1, podemos concluir que los objetivos y retos que se abren en la actualidad en la relación médico-paciente se podrían resumir en cuatro claves:

Clave 1	Ahorrar y optimizar el tiempo por ambas partes.
Clave 2	Primar la mejora de la calidad de vida del paciente, curarse continúa siendo el principal objetivo pero gana peso el prestar especial atención a las condiciones en las que transcurre su vida.
Clave 3	Orientar la medicina hacia la prevención y no tanto al tratamiento.
Clave 4	Concienciar e informar al paciente acerca de su propia salud.

Tabla 1 – Claves destacadas de la e-sanidad extraídas del estudio [5]

1.3. Motivación

El trabajo aquí realizado viene a recoger una de las líneas futuras planteadas en el Proyecto Final de Carrera (PFC) titulado “*Plataforma en red estadística para la detección inteligente y temprana de la obesidad infantil (PREDIT OI)*” [6].

Dicho proyecto recogía las bases estadísticas de los modelos longitudinales de crecimiento antropométrico, establecidos en el trabajo realizado por el servicio de pediatría del Hospital Universitario Miguel Servet (HUMS) [7]. Dejando abierta la siguiente línea de trabajo: “*La introducción de estos nuevos modelos realizables en una aplicación software (App) para plataformas móviles(...)*” [6]

Partiendo de esta base, se debe formalizar el trabajo en un nuevo contexto. Así, tomando la idea de desarrollar aplicaciones móviles que recojan la esencia desprendida del PFC, en el presente Trabajo Fin de Grado (TFG) se establecen las pautas para la creación de una plataforma *on-line* interactiva que permita recoger datos médicos mediante la inclusión de referencias médicas fiables.

Esas referencias médicas han venido guiadas por la Unidad de Endocrinología Pediátrica y del Adolescente del HUMS; en concreto, por el equipo médico liderado por el endocrinólogo pediátrico Dr. Antonio de Arriba [8].

El entorno tecnológico donde se han dirigido y materializado las necesidades de implementación ha tenido lugar en Iternova S.L., consultora de nuevas tecnologías especializada en la gestión de infraestructuras [9]; en concreto Jorge Casas, CTO de Iternova, ha sido el director del TFG.

Cabe destacar que este trabajo forma parte de un contexto más grande, donde se busca dar solución de manera global a un sistema inteligente de seguimiento, detección y prevención de sobrepeso-obesidad y otros desajustes del desarrollo en menores de edad, y que se autodenomina *growin*. Dicha investigación y desarrollo está liderada tanto por el grupo de investigación de la Universidad de Zaragoza *Human OpenWare Research Lab* (HOWLab), cuyo objetivo principal es la investigación y el desarrollo de tecnologías centradas en las personas y sus entornos [10], como por la empresa eHWin New Technologies S.L., consultora estratégica de innovación tecnológica [11]. En concreto, Ignacio Martínez, co-investigador principal de *growin* y asesor de I+D+i de eHWin, ha sido el ponente del TFG.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivos generales y problemas abordados

Desarrollo de un sistema de seguimiento gráfico que permita realizar una representación de datos antropométricos, con un enfoque comprensible para todo tipo de usuarios.

La búsqueda de sencillez en la representación irá ligada con la disponibilidad de múltiples opciones, funcionalidades de usabilidad, interactividad, etc. que permitan garantizar un seguimiento óptimo, desde el punto de vista médico, de las tendencias antropométricas en un entorno de crecimiento infantil y juvenil.

1.4.2. Metodología

El objetivo general de este TFG es diseñar, desarrollar, implementar y evaluar en el entorno gráfico *on-line* una solución que permita el registro, representación y seguimiento gráfico de datos antropométricos.

Todas estas funcionalidades se integrarán dentro del ecosistema *growin*: un entorno web automatizado diseñado para el seguimiento natural de tendencias antropométricas (medias, desviaciones típicas, percentiles, etc.) junto con la posibilidad de compartir y obtener *feed-back* de datos, gráficas, informes, etc.

1.4.3. Objetivos específicos

Los principales trabajos a realizar serán los siguientes:

- Análisis de alternativas tecnológicas para el sistema de seguimiento y representación gráfica
- Creación, diseño y construcción de módulos específicos para desarrollar funcionalidades del sistema gráfico
- Diseño, desarrollo e implementación del sistema de seguimiento y representación gráfica
- Integración en el *framework* de desarrollo y entorno de trabajo del ecosistema *growin*
- Validación técnica y evaluación de los resultados obtenidos

1.4.4. Fases de consecución de objetivos

- **Fase 1:** 4 semanas de aprendizaje del *framework* de desarrollo del ecosistema *growin*
- **Fase 2:** 4 semanas de búsqueda de información sobre el estado del arte de los sistemas de seguimiento y representación gráficas y de las necesidades específicas del ámbito pediátrico
- **Fase 3:** 4 semanas de aprendizaje del entorno específico de programación y desarrollo
- **Fase 4:** 8 semanas para el diseño, desarrollo e implementación del sistema completo
- **Fase 5:** 4 semanas para la integración de los módulos y la evaluación de los resultados en el ecosistema *growin*.

1.5. Estructura de la memoria

La memoria se encuentra estructurada en ocho bloques y un apartado de anexos. El primer bloque es el de introducción y objetivos, y busca dar un planteamiento general de la contextualización del trabajo en el entorno de la e-sanidad así como los objetivos perseguidos en dicho contexto.

El segundo bloque analiza el estado del arte y busca extraer conclusiones sobre la *m-health* añadiendo nuevos objetivos de desarrollo.

El tercer bloque contiene la explicación sobre los materiales y métodos utilizados en el presente trabajo, analizando las librerías, herramientas y procesos utilizados para el análisis, diseño, desarrollo e implementación del sistema de representación gráfica.

El apartado de análisis y diseño, el cuarto bloque, describe los procesos de prototipado establecidos para crear un entorno de análisis común para el campo médico y tecnológico.

El quinto apartado, desarrollo e implementación, detalla las objetivos de desarrollo establecidos en la fase de análisis y diseño. Dando respuesta a la implementación en el entorno *growin*.

El bloque de resultados, el sexto en ordenación, recoge la consecución de resultados según los requerimientos fijados a los largo de la memoria. Siendo el apartado séptimo el que establece las conclusiones y líneas futuras sobre la base de los resultados.

El último bloque es el de bibliografía y referencias, el cual lista las referencias bibliográficas señaladas a los largo de la memoria.

De forma anexa, se adjunta un resumen del estudio del ONTSI [5] sobre la visión y las expectativas de la ciudadanía sobre la e-sanidad.

También se adjuntan anexos que detallan las aplicaciones analizadas para extraer las conclusiones del estado del arte; y las librerías gráficas que se han estudiado para dar respuesta al sistema de representación interactivo.

Por último, se recogen el diccionario de términos y los casos de uso utilizados como referencia de análisis, diseño e implementación.

2. Estado del arte

Este apartado busca recoger un listado de conclusiones de implementación, fruto del análisis de diversas aplicaciones y plataformas web analizadas en detalle en el **Anexo 1**.

La búsqueda de estas conclusiones viene guiada por las necesidades descritas en el apartado de antecedentes (**ver apartado 1.2**). Su principal objetivo será encauzar el entorno del *m-health* en las necesidades de la e-sanidad, propiciando un listado base de objetivos de desarrollo.

El estudio de diferentes aplicaciones móviles y plataformas se ha enfocado en la búsqueda de diversos modelos, a fin de extraer conclusiones comunes sobre el estado del arte de la e-sanidad.

Dado el objetivo de crear un sistema de representación gráfica para la recogida de datos antropométricos se establecieron como referencia aplicaciones y entornos web ya disponibles donde se permite dar cabida a ese registro, bien con referencia gráfica [16] [21] [22] [23] [24], o bien con referencia numérica [17] [18].

Una parte de las soluciones encontradas [14] [15] [19] [20] centran su filosofía en fijar la recogida de hábitos preestablecidos (pautas de lactancia, ciclos de sueño, etc.). Aunque dichos hábitos pueden ser importantes para reflejar referencias sobre el crecimiento, no son objetivo de la recogida de datos del presente trabajo.

Con respecto a la necesidad de crear entornos con validez médica, que permitan dar respuesta a las claves 3 y 4 referenciadas en los antecedentes (**ver Tabla 1**), se toman como referencia soluciones abaladas por instituciones médicas [18] [20].

Pese a no ser un objetivo de este TFG monetizar la solución propuesta, sí que resultó interesante analizar la propuesta de *Hero* [19], donde se da cabida a un conjunto de consejos y utilidades médicas que permiten acercarse a conceptos de monetización mediante el patrocinio de marca.

Un dato clave derivado del análisis, es la falta de referencias antropométricas más allá de las ofrecidas por la OMS. Referencias que, pese a tener validez médica, no se ajustan al modelo de crecimiento español. Contar con estudios regionales es, por tanto, una evidente mejora del presente trabajo [7].

Tras analizar las propuestas disponibles, se establece que la mayor parte de las aplicaciones y entornos móviles analizados no permiten dar una respuesta completa a la necesidad de recogida de datos antropométricos con garantías médicas. Así mismo, en el caso de contar con referencias médicas, dichas aplicaciones, o carecen de interactividad y se limitan a ofrecer consejos cerrados [20], o están orientadas a entornos profesionales [18].

3. Materiales y métodos

En este apartado se pretenden analizar los materiales y métodos disponibles para afrontar de manera óptima la fase de análisis y diseño. Las herramientas analizadas tomarán como base la posible consecución o no de los objetivos descritos en el **apartado 2.3.**

3.1. Librerías gráficas

Un objetivo fundamental del trabajo es dar respuesta a la necesidad de representación gráfica de datos. Así mismo también su tuvo presente el análisis de los distintos entornos de trabajo (web PHP, app Android, app iOS, etc.) y las posibles limitaciones (de ejes, multi-divisiones intra-ejes, leyendas, colores, autoescalados, zoom, cálculo de gráficas con valores nulos, extrapolaciones, etc.) para implementar todas las necesidades planteadas.

Por ello se analizaron diversas librerías gráficas valorando las ventajas y limitaciones, junto con descripciones funcionales y conclusiones de cada una, como se detalla en el **Anexo 3:** Chart.JS [29], Fusioncharts [30], Epoch [31], jQuery Visualize [32], Exhibit [33], Javascript InfoVis Toolkit [34] y D3.JS [35].

La solución final ha sido implementada tomando como referencia la librería de **Highcharts** [26] que se describe a continuación.



Descripción comercial

“Highcharts es una librería escrita en JavaScript que permite construir gráficos interactivos para tus proyectos web. Tiene una gran cantidad de demos que se pueden ver y editar en JSFiddle. Tiene algunas características de gran alcance y está basada en tecnologías de navegación nativas, no necesita plugins y es compatible con todos los navegadores modernos incluyendo sus versiones móviles y el viejo Internet Explorer 6. Es de uso libre para organizaciones no comerciales, para el resto de sus clientes ofrecen varios planes. Highcharts es una librería Open Source, puedes ver su código fuente en GitHub”. [27]

Análisis de características

Compatibilidad

Funciona en todos los navegadores modernos móviles y de escritorio, incluyendo Internet Explorer desde la versión 6. En iOS y Android, tiene soporte *multitouch*, proporcionando una buena experiencia de usuario. Utiliza el estándar SVG para el *renderizado* de gráficos. [28]

Gratis para uso no comercial

Disfrutar de herramientas gráficas potentes a coste cero es una característica deseada en la búsqueda de un *framework* de trabajo. Highcharts proporciona este valor añadido mientras trabajemos en un entorno académico. [28]

Javascript Puro

Highcharts se basa únicamente en las tecnologías de navegación nativas y no requiere *plugins* del lado del cliente como Flash o Java (Sin PHP o ASP.NET). Highcharts sólo necesita dos archivos JS a ejecutar: El núcleo highcharts.js y el jQuery. [28]

Dinámico

A través de una API completa, se pueden añadir, eliminar y modificar series y puntos de ejes, o modificarlos en cualquier momento después de haber creado los gráficos. La API contempla la combinación con jQuery, MooTools o API Ajax de Prototype, lo que abre un gran abanico de posibilidades para soluciones gráficas en tiempo real, ya sea mediante datos suministrados por el usuario o del lado del servidor. [28]

Exportación e impresión

Highcharts dispone de un módulo de exportación que permite llevar los gráficos a archivos PNG, JPG, PDF o SVG con un simple *click*.

Zoom

El motor gráfico dispone de herramientas de zoom muy interesantes, permitiendo realizar zoom sobre el eje X, Y o ambos.

Conclusiones

Highcharts es una librería muy completa en cuanto a opciones gráficas, permite exportación de gráficos de manera muy sencilla, tiene animaciones y permite filtrados rápidos. El uso del zoom es bastante intuitivo y puede ser utilizado en web y móvil.

El mayor inconveniente es su coste para uso comercial. Si bien, no será problemático en este proyecto.

Como añadido a Highcharts, la misma plataforma ofrece **Highstock** [36], un producto más orientado a la representación de análisis financieros, y que finalmente ha sido adoptado como parte de la solución del motor gráfico. La justificación de este añadido ha sido la necesidad de conseguir un entorno ajustable en el eje temporal, que permitiese acotar las medidas de forma sencilla.

3.2. Herramientas de emulación móvil

Debido a la concepción de la plataforma como la necesidad de dar respuesta a un entorno móvil, se hace necesario desde el inicio contar con herramientas de emulación que permitan testear la respuesta de la implementación sobre un entorno de dispositivos móviles.

Así, durante este trabajo se ha hecho uso de las siguientes herramientas:

- **Herramientas para desarrolladores de Google Chrome:** Las herramientas para desarrolladores de Chrome, son un conjunto de herramientas pensadas para la creación de páginas web y la depuración web, integradas en Google Chrome. Los *DevTools* proporcionan a los desarrolladores web acceso profundo en la parte interna del navegador pudiendo realizar seguimiento de manera eficiente de los

problemas de diseño, establecer puntos de interrupción de JavaScript, y obtener ideas para la optimización de código. [37]

- **Ipad Peek**, permite simular entornos de iPad y iPhone. [38]
- **Google Resizer** es una herramienta muy potente pero sencilla, que permite visualizar una web en el entorno móvil, Tablet y PC al mismo tiempo. [39]

3.3. Herramientas del entorno de prototipado

Una forma útil de testear una porción de código sin generar una solución completa, es utilizar compiladores online que permitan generar soluciones visuales sin necesidad de compilar el código. En este trabajo se han utilizado JSfiddle [40] y Codepen [41] para agilizar las pruebas de código.

3.4. Herramientas y métodos en el entorno Iternova

Como la creación de software no es un proceso trivial, se establecieron diferentes objetivos de aprendizaje y familiarización que permitiesen crear las bases para facilitar posteriormente el desarrollo del TFG.

3.4.1. Método 1: Creación de mecanismos de comunicación con los tutores.

Con el fin de centralizar y plasmar los objetivos de trabajo de manera que los tutores (académico y empresarial) y el desarrollador pudiesen visualizar claramente cómo avanza el trabajo se planteó hacer uso de diferentes herramientas:

- **Slack [43]:** Es un sistema de comunicación en tiempo real. Permite el uso mediante interfaz web, iOS, Android y escritorio. Facilita la comunicación de forma ágil.
- **Trello [44]:** Permite crear listas de control para realizar un seguimiento de las tareas. Resultó muy útil para fijar ideas, así como para marcar las tareas realizadas y las que faltan por realizar.
- **Dropbox [45]:** Permite el intercambio de archivos. ITERNOVA dispone de suscripción para empresas, con un mayor almacenamiento y más herramientas que las del usuario básico.

3.4.2. Método 2: Instalación y configuración de las herramientas de trabajo

Como tarea inicial, y con el objetivo de facilitar el desarrollo en un ordenador personal, al comienzo se realizó una fase de instalación, conocimiento y configuración de las diferentes herramientas de software necesarias. Tales como Git Bash, Vagrant, NetBeans, Slack, SQLyog.

Se prestó especial interés en Git [46], una herramienta de gestión de versiones que permite controlar los cambios y actualizaciones en las diferentes versiones de un software, algo crítico en el desarrollo en equipo.

3.4.3. Método 3: Aprendizaje de diferentes lenguajes de programación.

Se realizó un estudio de diversa documentación así como la realización de diversos cursos online relativos a los lenguajes de programación PHP, Javascript, jQuery, HTML y CSS.

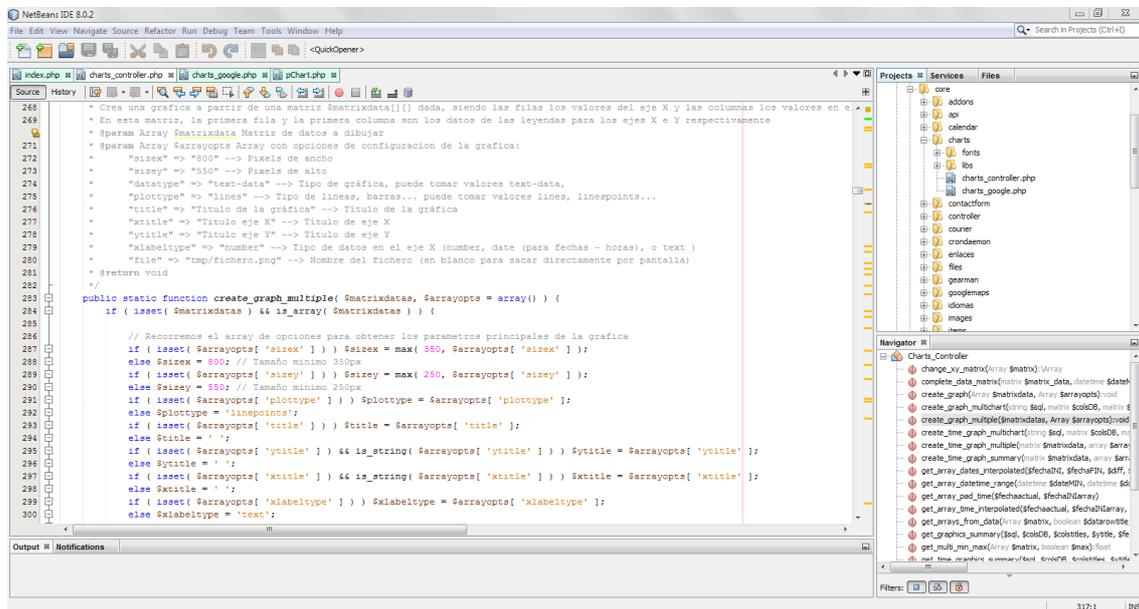


Figura 11 – Captura del entorno de trabajo Netbeans

3.4.4. Método 4: Exploración y aprendizaje de bases de datos.

Siguiendo la filosofía de Iternova de usar software libre, el desarrollo de este proyecto se enmarca en un sistema *LAMP*, es decir, *GNU/Linux* como sistema operativo, *Apache* como servidor web, *MySQL* y *MongoDB* como bases de datos y *PHP5 (PHP Hypertext Processor)* como lenguaje de programación y motor de aplicación; en combinación con otros lenguajes de programación, como *JavaScript* (para crear dinamismo y gestionar comunicación con *AJAX*, sobre todo usando la librería *jQuery*).

Por ello los sistemas de bases de datos contemplados en el proyecto son:

- **MongoDB:** Es un sistema de base de datos no relacional multiplataforma que guarda los datos en formato *JSON (JavaScript Object Notation)* binario, también denominado *BSON (Binary JSON)*. Es el principal sistema de base de datos que usa el sistema *SmartRoads* (el principal producto de Iternova).

Se usará para almacenar la datos médicos de cada usuario así como las medidas de referencia.

- **MySQL:** Es un sistema de base de datos relacional multiplataforma. En el sistema *SmartRoads* se usa en los módulos antiguos, ya que en los comienzos del sistema no existía *MongoDB*. Es posible que en un futuro se plantee una migración progresiva a la base de datos no relacional.

Los datos de configuración, así como los datos heredados del sistema, serán almacenados en bases de datos relacionales, pues en su concepción fueron desarrollados así.

3.4.5. Método 5: Exploración de los módulos de desarrollo.

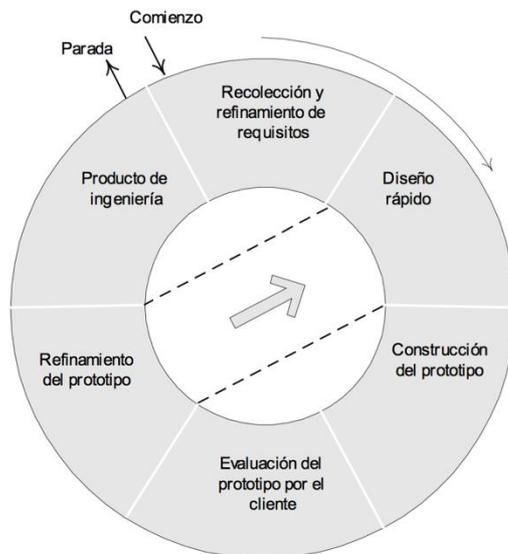
Iternova dispone de un amplio abanico de módulos software que le permiten desarrollar las diferentes herramientas que comercializa a sus clientes. Una tarea inicial antes de comenzar el desarrollo fue la de realizar un reconocimiento de los diferentes módulos existentes, con el fin de explorar cuáles permitirán desarrollar la plataforma de seguimiento gráfico. Así mismo también se buscó analizar las carencias existentes en cuanto a representación gráfica, con el fin de fijar futuros objetivos de desarrollo.

4. Análisis y diseño

La fase de análisis y diseño contempla la exploración de requisitos funcionales y no funcionales que permitan crear un entorno de prototipado útil para la implementación final.

El diccionario de términos empleados, así como los casos de uso contemplados en el análisis, se encuentran recogidos en los **Anexos 4 y 5**.

4.1. Análisis del entorno de prototipado



Objetivo:

Obtener rápidamente un prototipo de la aplicación que permita al cliente interactuar con ella con el fin de detectar deficiencias en las especificaciones.

Construimos un rápido *boceto* de la aplicación

Figura 12 – Ciclo de vida con prototipado [49]

Entre los diferentes tipos de prototipado de *software*, podemos encontrar los siguientes: [49]

- **Revolucionario:** Se basa en la creación de versiones de corta vida, para determinar correctamente los requisitos. Su principal desventaja es que algunas de las características del prototipo no estarán disponibles para el usuario final, debido a su coste económico/temporal.
- **Evolutivo:** En este caso el prototipo se usa como base de la implementación del sistema final. Así el sistema final ha de contar con la misma base tecnológica que el prototipo, por lo que puede ralentizar el avance.
- **Funcional:** Se realiza una implementación inicialmente funcional sobre la que se añaden posteriormente otras funcionalidades.
- **Exploratorio:** Se implementa un sistema parcial para conocer más acerca de los requisitos.

Para este trabajo se ha optado por un sistema de prototipado revolucionario, el cual permitirá crear un avance razonablemente rápido de la definición de los requisitos del sistema. La opción elegida viene motivada en primer lugar por la mezcla de entornos

médicos y tecnológicos, donde a priori no han de compartirse conocimientos técnicos en materia software. Adicionalmente un planteamiento de estas características permite darle crecimiento al entorno *growin* en un sentido más amplio, sin ver comprometido el trabajo aquí presentado.

Durante las primeras semanas el objetivo primordial era el de acotar los requerimientos del sistema para dar respuesta a la propuesta gráfica, esto es desarrollar un *Sistema interactivo de representación gráfica on-line en un entorno de seguimiento antropométrico del crecimiento infantil y juvenil*. Para ello se hizo indispensable contar con entornos de prototipado que mediante evoluciones rápidas del prototipo permitiesen definir sobre qué líneas se va a incidir en la implementación.

Este trabajo de prototipado permite realizar un aprendizaje paralelo de las tecnologías que finalmente se verán involucradas en la implementación, sin ver comprometido el avance del proyecto.

Para la creación de prototipos se partió de la base de un conocimiento medio sobre *HTML* y *CSS* así como un conocimiento básico de *Javascript*. Esta base inicial permitió construir prototipos no funcionales que se asemejasen estructuralmente a la implementación final.

Tras varias versiones de prototipado, en las que se definieron los objetivos de implementación, se establecieron los siguientes requisitos:

Código	Descripción
RF-1	La plataforma debe poder ser accesible desde cualquier lugar
RF-2	La plataforma debe permitir recoger datos en un entorno antropométrico
RF-3	La plataforma debe contar con una interfaz gráfica que permita realizar un seguimiento natural del crecimiento infantil
RF-4	El diseño debe poder ser entendido por cualquier usuario
RF-5	La plataforma debe respetar la mayor cantidad de funcionalidades en dispositivos móviles
RF-6	El portal debe permitir el registro de usuarios
RF-7	Los usuarios podrán asociar hijos/as a su ficha de usuario
RF-8	Deberá recogerse el rol de gestor que permita visualizar diferentes usuarios y sus respectivos hijos/as
RF-9	La plataforma deberá conectarse a una base de datos que tenga almacenados los usuarios así como los datos de referencia para el seguimiento antropométrico
RF-10	Debe ser posible la inserción, actualización y/o eliminación de datos de carácter antropométrico en las fichas de cada niño/a
RF-11	Debe permitirse la recogida de datos de manera anónima para utilizarse en futuros estudios de crecimiento
RF-12	El registro de usuarios debe poder realizarse con e-mail o con una cuenta de Facebook o Google

RF-13	Los datos y representaciones gráficas deben poder ser compartidas por el usuario en diferentes formatos
RF-14	La plataforma debe contener un aviso legal, accesible en cualquier momento, en el que se especifique el trato que se va a realizar de los datos contenidos
RF-15	La plataforma debe contar con un panel de mando que resuma la actual situación del niño/a
RF-16	El usuario debe poder compartir la web a través de diferentes redes sociales
RF-17	Las curvas de representación deben permitir contar con una colorimetría característica para cada parámetro y/o franja de percentiles. Tomando como referencia el <i>Estudio de Crecimiento, Carrascosa. 2010</i> [25]
RF-18	La representación gráfica debe permitir puntos de información que contengan datos tales como la fecha de toma de la medida, la edad del niño, el valor del percentil, etc.

RNF-1	Debe limitarse tecnológicamente el acceso a los datos almacenados en la plataforma a toda persona ajena a estos
RNF-2	Debe hacerse uso de las tablas de crecimiento antropométrico del HUMS [7][8]
RNF-3	El usuario ha de disponer de acceso a internet para acceder a la plataforma
RNF-4	El usuario ha de disponer de un terminal móvil, PC, portátil y/o Tablet para acceder a la plataforma
RNF-5	La plataforma debe contar con un diseño cercano a las reglas de Material Design de Google
RNF-6	La plataforma debe tener un diseño adaptativo (<i>responsive</i>) en función de la pantalla utilizada

Sin olvidar que el objetivo principal es establecer una herramienta gráfica que permita ser incorporada a un entorno web, se añadieron otros objetivos funcionales y no funcionales que, tras analizar el entorno de desarrollo prestado por Iternova, ofreciesen un valor añadido al ecosistema.

Es importante aclarar que el trabajo realizado no cobra sentido sin la incorporación de datos reales al sistema, por lo que el desarrollo del sistema gráfico irá estrechamente ligado a la generación de un sistema de tratamiento de datos. El cual permitirá dar sentido al algoritmo de categorización de pacientes.

La construcción de prototipos partirá siempre de la presunción de contar con un almacén (base de datos) de medidas antropométricas ya controladas, siendo la implementación final dependiente de la definición de ese sistema de datos. Por ello, pese a no realizar un avance paralelo de sendos proyectos, se hace necesario crear desde la definición del proyecto un sistema de almacenamiento de usuarios, pacientes y medidas.

Será clave antes de establecer el entorno gráfico, crear una plataforma que de sentido al registro de usuarios y la correspondiente asociación paciente-usuario. Para ello, paralelamente a la construcción de prototipos gráficos, se establecerá la base tecnológica que permita a dicho sistema gráfico un consumo de datos razonable para la consecución, al menos parcial, de los objetivos de representación gráfica antropométrica.

Para realizar dicho sistema, que puede considerarse como un producto mínimo viable (MVP) desde el punto de vista funcional, se contará con el *framework* de Iternova, al cual deberá realizarse un proceso de estudio de los modelos funcionales y de datos que permitan establecer las bases para asentar un entorno gráfico no aislado.

Conviene situar la representación gráfica como parte de un entorno mayor, donde no sólo tendrá cabida la representación, sino la recogida de datos y la posterior interacción sistema-usuario en respuesta a los datos introducidos. Si bien, el presente trabajo incidirá en dar respuesta a las necesidades de representación para integrarse en un medio plazo en el sistema final.

4.2. Prototipado del entorno gráfico

El motor gráfico es la base del proyecto, por ello durante el prototipado se busca definir qué elementos debe recoger y cuáles son prescindibles para ofrecer una representación simple y comprensible para la población en general.

Para realizar esta tarea se cuenta con la herramienta JSfiddle [40], un editor de código *on-line* con compilación en tiempo real.

The screenshot shows the JSFiddle interface. On the left, there's a sidebar with 'Fiddle Author fheras', 'Fiddle Meta', 'External Resources', 'AJAX Requests', and 'Legal, Credits and Links'. The main area is split into three panes: HTML, CSS, and JAVASCRIPT. The HTML pane contains a container div. The CSS pane is empty. The JAVASCRIPT pane contains the following code:

```
1 $(function () {
2
3   $.getJSON('https://www.highcharts.com/samples/data/jsonp.php?
4     filename=aapl-c.json&callback=?', function (data) {
5     // Create the chart
6     $('#container').highcharts('StockChart', {
7
8     rangeSelector : {
9       selected : 1
10    },
11
12    title : {
13      text : 'AAPL Stock Price'
14    },
15
16    series : [{
17      name : 'AAPL',
18      data : data,
19      tooltip : {
20        valueDecimals: 2
21      }
22    }]
23  });
24 });
25
26 });
27
```

The right pane shows a live preview of the 'AAPL Stock Price' chart. The chart is a line chart with a blue line representing the stock price. The x-axis shows dates from 14. Mar to 23. May. The y-axis shows price values from 80 to 110. There are zoom controls (Zoom 1m, 3m, 6m, YTD, 1y, All) and a time range selector (2010, 2012, 2014, 2015).

Figura 13 – Captura de ejemplo de trabajo en JSfiddle

El sistema de trabajo establecido para el prototipado consiste en analizar las características ofrecidas por las API de Highchart [50] y Higstock [51], buscando diferentes alternativas que permitan definir un motor gráfico final.

Para ello y tras varias fases de análisis y validación se fija el siguiente marco de trabajo:

Código	Descripción
RG-1	El motor gráfico debe poder ser embebido en una estructura web
RG-2	El motor gráfico albergará medidas de referencia de datos antropométricos
RG-3	El motor gráfico debe permitir un correcto manejo en entorno móvil
RG-4	El motor gráfico debe permitir filtrados selectivos por fecha
RG-5	El motor gráfico debe adaptarse a diferentes colorimetrías según el valor antropométrico representado
RG-6	El motor gráfico debe permitir la descarga de los gráficos visibles en diferentes formatos
RG-7	El motor gráfico debe permitir escalas temporales como eje de representación
RG-8	El motor gráfico debe registrar datos significativos en el seguimiento temporal
RG-9	El motor gráfico debe poder consumir datos almacenados
RG-10	El motor gráfico debe permitir representaciones en áreas o líneas
RG-11	Los sistemas gráficos de apoyo a la visualización deben ser sencillos e intuitivos, permitiendo recoger la situación de un percentil antropométrico

Cumpliendo con los requisitos fijados se definen los siguientes paneles gráficos:

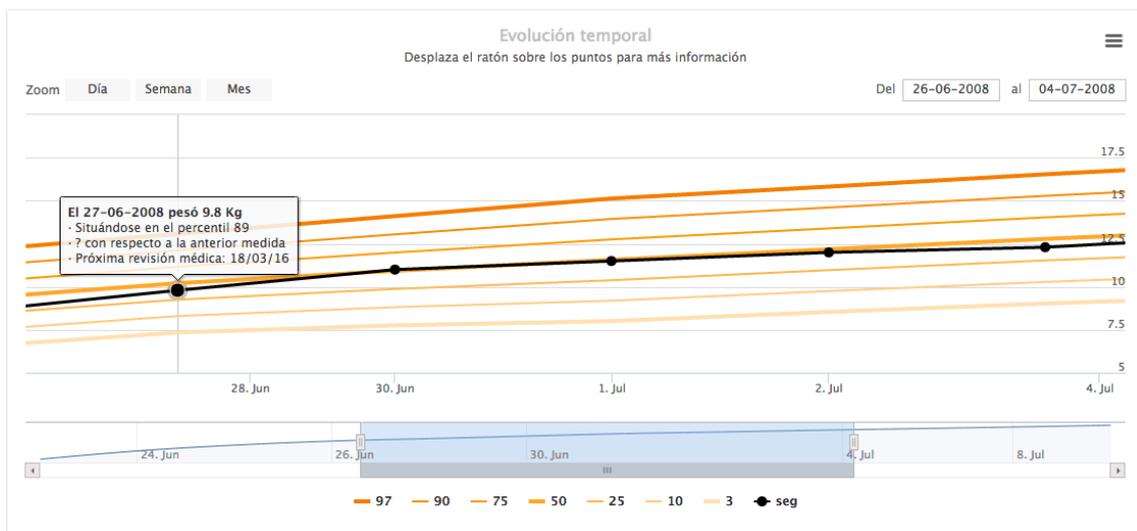


Figura 14 – Panel gráfico de evolución temporal de las medidas antropométricas

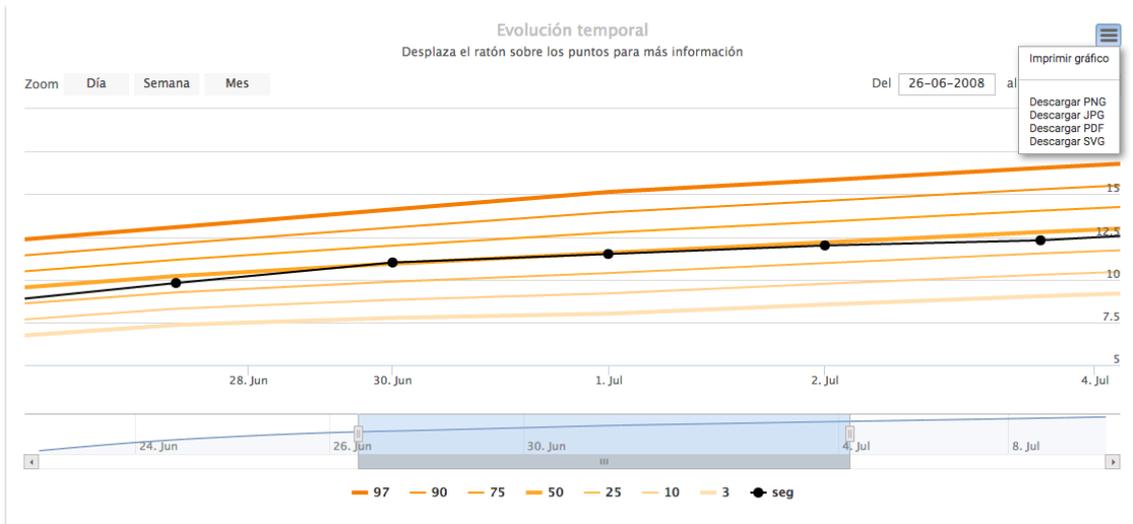


Figura 15 – Panel gráfico con detalle del módulo de descarga de imágenes

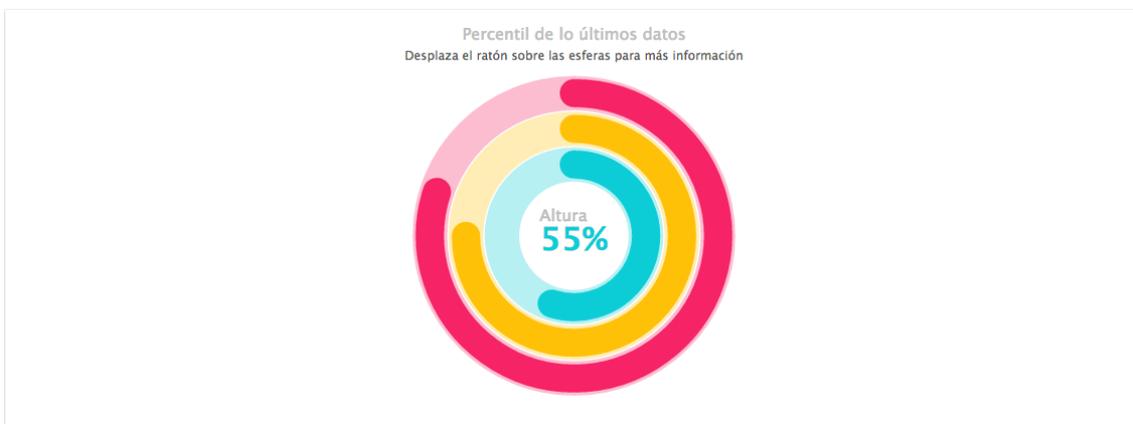


Figura 16 – Panel gráfico Dashboard con resumen de los principales percentiles

4.3. Prototipado de la estructura web

Para realizar el prototipado se optó por utilizar sistemas web ya asumidos como parte del conocimiento, contando con herramientas sencillas pero no por ello simples. No se hizo uso de herramientas de prototipado *per se* sino que se buscó un entorno de desarrollo asumible para las circunstancias.

Dicho entorno de desarrollo tomó forma mediante el proyecto *Material Design Lite* [52], el cual tiene por objetivo llevar la experiencia de las aplicaciones Android al entorno web. La filosofía es contraria a la convencional, donde primero se desarrolla un portal web y después se adapta al entorno móvil. El enfoque en este caso parte de una asimilación imperiosa del entorno móvil, creando de base sistemas totalmente adaptables a dicho formato.

Material Design Lite cuenta con múltiples librerías, que han permitido crear la variabilidad necesaria para definir los requisitos del proyecto. Así mismo dicho sistema ha permitido integrar de forma sencilla los motores gráficos necesarios, los cuales también han sido elegidos para desenvolverse en un entorno móvil.

Como punto de partida se tomó una plantilla del proyecto, definida para recoger visualizaciones de datos e información con una navegación vertical simple y visual [53]



Figura 17 – Visualización de la plantilla Dashboard del proyecto *Material Design Lite*

La elección de la plantilla se debe a su posición del menú de navegación, el cual recoge el interés que se tiene por mostrar los datos de antropometría de forma visual.

El uso de tarjetas también simplifica la partición del espacio de representación, pudiendo añadir los sistemas gráficos analizados de forma simple e intuitiva.

El comportamiento *responsive* permite que el sistema se adapte a cualquier tamaño de pantalla sin ver comprometido por ello la representación de datos.

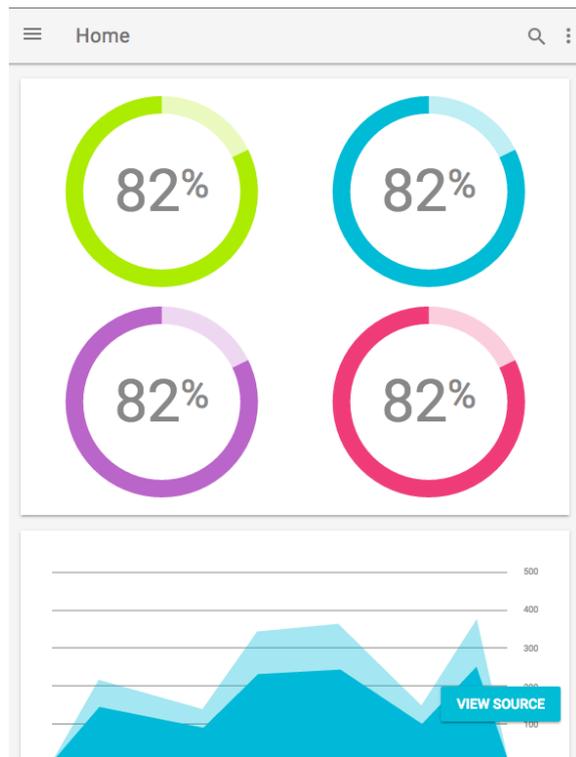


Figura 18 – Ejemplo de comportamiento responsive de la plantilla

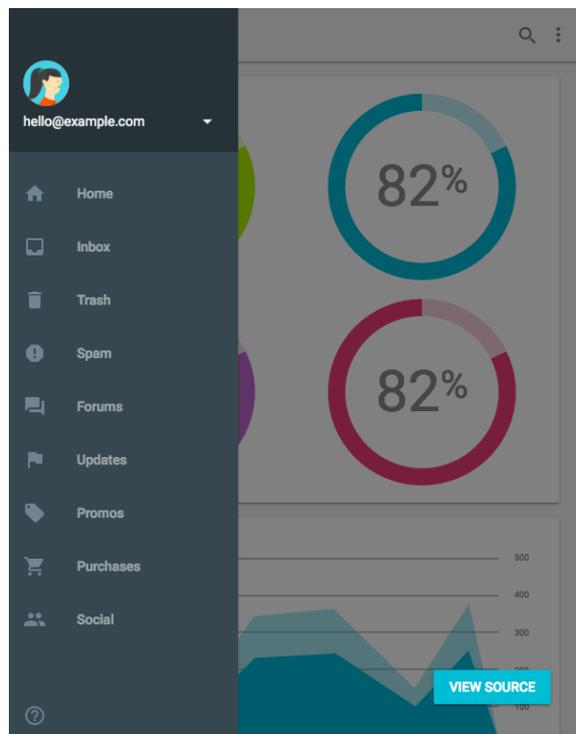


Figura 19 – Ejemplo del menú en entorno móvil

Para adaptar esta plantilla a los requisitos establecidos en el análisis del prototipado se definieron las siguientes necesidades:

Código	Descripción
RP-1	La pantalla inicial debe albergar un <i>Dashboard</i> que recoja de un vistazo la situación de los principales parámetros (peso, talla, perímetro cefálico, Índice de Masa Corporal (IMC) y velocidad de crecimiento)
RP-2	Dicha pantalla debe recoger una zona de notificaciones
RP-3	Todas las pantallas de navegación deben mostrar un menú lateral que permita acceder en todo momento a los 5 indicadores
RP-4	Debe recogerse una colorimetría distinta para cada indicador
RP-5	Todas las pantallas recogerán un enlace a la pantalla de inserción de una nueva medida
RP-6	Adicionalmente a la pantalla de inicio existirá una pantalla para cada indicador donde quede recogida la gráfica de evolución y referencias
RP-7	Existirá un enlace a un panel de ayuda
RP-8	El panel lateral debe permitir seleccionar entre diferentes pacientes
RP-9	El panel gráfico permitirá alternar entre gráficos de líneas y áreas
RP-10	El prototipo ha de ser <i>responsive</i>

Un mayor detalle de los resultados cumplidos con respecto a los requerimientos aquí expuestos se recoge en el **Apartado 6.1. Resultados del entorno de análisis.**

5. Desarrollo e implementación

En este apartado se pretende resumir la fase de implementación, desarrollando los diferentes módulos implicados en ella así como el encaje de la fase de análisis y diseño en el desarrollo final.

5.1. Objetivos desarrollo

La fase de análisis y diseño ha sido muy útil para definir un escenario de implementación depurado. Para ser exactos, la anterior fase también ha contemplado desarrollo, por ello el siguiente apartado recogerá el modelado de un esquema más global, que de sentido al apartado gráfico en el entorno *growin*.

El esquema general de estructura a implementar es el siguiente:

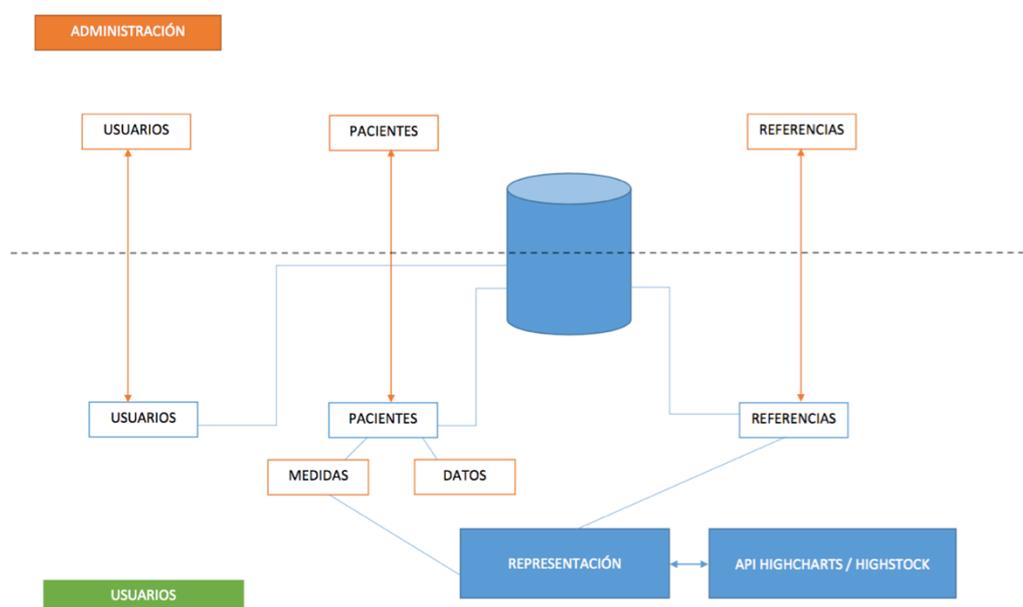


Figura 26 – Esquema de implementación

En él se definen dos planos: el de administración y el de usuarios. Ambos planos comparten una base de datos, con diferentes casos de uso que se detallan en el **Anexo 9.4**.

Junto con el sistema de almacenamiento de datos se incorpora un *handler* de representación, que actúa como controlador de llamada al motor gráfico (API HIGHCHARTS / HIGHSTOCK).

El proceso de implementación de este entorno ha ido muy ligado a la reutilización de módulos preexistentes en Iternova, posibilitando el desarrollar un MVP sin comprometer temporalmente el avance del proyecto.

Por ello se adaptó la estructura preexistente añadiendo, modificando y ajustando los módulos necesarios.

5.2. Esquema del entorno de desarrollo

A nivel esquemático en la figura 27 se recogen los apartados de código que engloba el proyecto `iternova.dev`, del que parte el entorno *growin*. Este proyecto contiene diversos módulos correspondientes al entorno de trabajo de Iternova, no todos ellos tienen uso en el entorno *growin*, pero la mayoría sí ayudan a conformarlo.

Entre los diversos módulos que existen en el proyecto, no tiene cabida dar explicación a cada uno en detalle, pues la mayoría de ellos no han sido objeto de estudio en este trabajo.

De los módulos visibles cabe entrar en mayor detalle en los siguientes:

- **Admin:** módulo de administración de configuraciones de bases de datos, colas de trabajo, log, etc.
- **Core:** recoge la parte central del entorno web. En él se recogen módulos de mapas, controladores de llamada a otros módulos, gestión de imágenes, calendario, tareas programadas, posicionamiento web, etc. Dentro de estos módulos el más interesante para este trabajo será el *charts*, donde se recogen el motor y los controladores gráficos.
- **Modules:** Son módulos más específicos desde el punto de vista funcional. En él se han de destacar los siguientes módulos específicos de *growin*:
 - **ehwingrowin:** Este módulo almacena datos de crecimiento antropométrico de un paciente dado en el módulo `modules/ehwinpatients` con identificador *patientID*. Dado los datos del paciente podrá crearse un modelo lógico de evolución de crecimiento del paciente.

Desde el punto de vista de datos, este módulo recoge los datos de las tablas de referencia así como los datos de las medidas de los pacientes.

- **ehwinpatients:** En este módulo se recogen los perfiles de los pacientes, enlazando estos pacientes a usuarios de la plataforma *growin*. Un mismo usuario podría tener enlazados varios pacientes (varios hijos de un usuario).

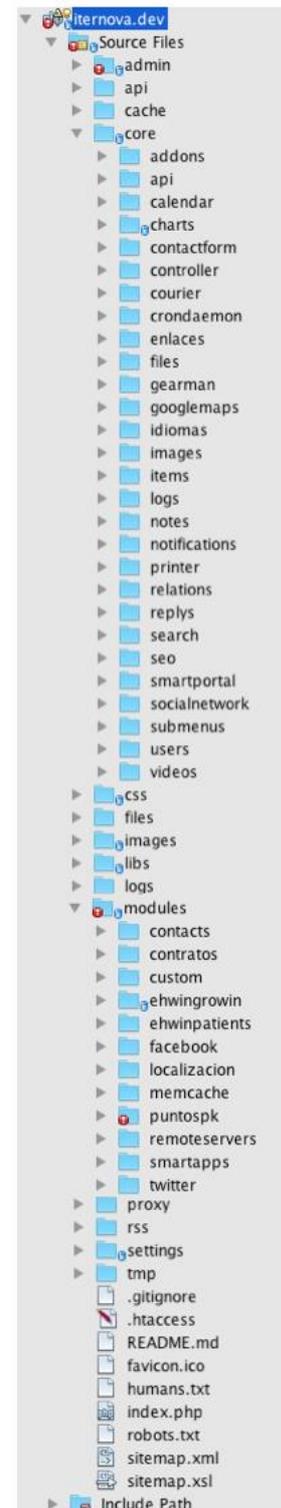


Figura 27 – Esquema módulos

5.3. Gestión de datos de pacientes (modules/ ehwingrowin)

El objetivo de este módulo es el de almacenar las tablas de referencia y los datos antropométricos de los pacientes. Este módulo ha sido implementado sobre un modelo no relacional [47], que permite almacenar y consumir los datos directamente en el mismo formato (matrices). Proporcionando una mayor flexibilidad y eficiencia en la gestión de datos.

Analizando en mayor detalle el almacenamiento de datos de este módulo, puede detallarse la siguiente implementación.

- **Tablas de referencia.** Datos a almacenar:
 - Identificador del tipo de gráfica a la que pertenece la tabla de referencia (Bebés, Niños, Adultos)
 - Sexo a la que pertenece (Masculino, Femenino)
 - Tipo de medida a la que van asociadas las tablas de referencia (Peso, Talla, Perímetro, IMC y Velocidad de crecimiento)
 - Atributos de series temporales: *Array* de cada línea de referencia dentro de cada objeto, de manera que pueda obtener de manera directa este *array* (matriz) y se pueda ofrecer directamente para el consumo de datos del módulo core/charts

Los atributos de la serie serán las matrices de referencia previamente importadas [25] y se identificarán mediante:

- Nombre de identificador de la serie
 - Valores para cada fecha
-
- **Exploración de pacientes.** Datos a almacenar:
 - Identificador de paciente (patientID)
 - Año en el que se obtuvieron estas medidas (para agrupar por series temporales)
 - *Array* de exploraciones:
 - Fecha de exploración *_date_* (formato date *_Y-m-d_*)
 - Edad del paciente (redondeada, float) a fecha de exploración
 - Observaciones
 - Peso *_peso_* (Kg)
 - Altura *_altura_* (Metros)

El modelo lógico y la implementación de la recogida de datos se ha definido de forma directa por el director de proyecto, para evitar un planteamiento erróneo de base que imposibilite avanzar a líneas futuras de desarrollo.

5.4. Gestión de perfiles de pacientes (modules / ehwinpatients)

El modelo lógico de almacenamiento de datos de este módulo debe dar respuesta a la necesidad de almacenar usuarios y ligarlos a los datos de pacientes almacenados en el módulo de ehwingrowin.

En este caso la implementación se ha realizado sobre un sistema relacional. No se ha hecho uso de sistemas no relacionales debido a la herencia de código de módulos ya desarrollados. Así mismo, el uso de sistemas fiables (ya asentados) era clave para la gestión de usuarios (pacientes).

Análisis de las necesidades de almacenamiento de datos:

- **Perfiles de pacientes**
 - Cada perfil de paciente podrá ir enlazado a un usuario o no. Habrá pacientes que no tendrán usuarios asociados (por ejemplo perfiles de pacientes de los hijos de un usuario).
 - En cada perfil de paciente habrá varios atributos que enlazarán con otros datos:
 - *doctors*: Array de identificadores de doctores que tratan al paciente.
 - *patients*: Array de identificadores de otros pacientes relacionados con el paciente (por ejemplo fichas de pacientes que son hijos de otro paciente).
 - *userID*: Identificador de usuario al que pertenece el perfil de paciente. Tomará valor -1 en el caso de que no tenga un usuario asociado.
 - *sectorID*: Identificador de sector al que pertenece el paciente.
- **Primera fase:** Esta primera fase de desarrollo contemplará que un usuario sea igual a una ficha de paciente, dejando preparado el modelo lógico con los atributos necesarios para el desarrollo de líneas futuras.

En la primera fase, tanto *userID* como *sectorID* serán atributos únicos, pero en las siguientes fases (líneas futuras) sería conveniente crear métodos para que pudieran ser *arrays* y así poder tener varios *userID* y varios sectores asociados al paciente (para poder asociar un paciente a varios centros hospitalarios, etc...).

- **Conceptos clave para la Zona pública**
 - Cada usuario tiene que tener asociado un perfil de paciente. Si no existe, debe crearse automáticamente.
 - Cada usuario solo puede visualizar su perfil de paciente (hay que almacenarlo en users/profile del módulo).
 - Si es un usuario con rol superior (por ejemplo un médico), puede disponer de search_form / search_results... y dar de alta nuevos pacientes.
- **Conceptos para Zona admin**
 - Disponer de search_form / search_results... y dar de alta nuevos pacientes.

- **Eliminación de fichas de pacientes**
 - No se eliminan, se desactivan. Una línea futura será analizar las consecuencias y qué es lo más recomendable desde el punto de vista médico, tecnológico y legal.
 - Sólo se pueden desactivar desde zona Admin o si tienen un rol determinado.
 - Una vez desactivado, sí que se puede eliminar completamente.
 - Si se elimina una cuenta de usuario, no se deberán eliminar los datos del paciente asociado.

- **Importación de datos de pacientes**
 - En el método *upload()* se podrán importar ficheros XLSX con datos del paciente.
 - La plantilla se generará en *upload_template()*.
 - La plantilla dispondrá de un campo *userID*. Si toma valor nulo o -1, se generará un nuevo usuario de forma automática y se le asociarán los datos del paciente. Si existe el usuario, se actualizarán / enlazarán los datos de paciente con dicho usuario.

De forma similar al módulo de ehwingrowin, el modelo lógico y la implementación de la recogida de datos se ha definido de forma directa por el director de proyecto, para evitar un planteamiento erróneo de base que imposibilite avanzar a líneas futuras de desarrollo.

5.5. Controlador gráfico (core/charts)

En este apartado se realiza un análisis de las claves de implantación del módulo gráfico, destacando las problemáticas y tomando como referencia el trabajo planteado en la fase de análisis y diseño.

5.5.1. Objetivos

Adicionalmente a los requisitos descritos en la fase de prototipado, se detallan los siguientes objetivos de implementación:

- Se debe interpolar de forma numérica fechas, por lo que la primera columna de datos debe ser de tipo *number* en lugar de tipo *string*, posibilitando la interpolación directa de las APIs gráficas.
- Si hay datos de paciente para una edad, pero no hay datos para esa edad en las tablas de referencia, hay que hacer un *mix* de ambas matrices poniendo *null* en aquellos puntos en los que no se tengan datos. De esta forma se permite que las APIs gráficas ajusten el renderizado gráfico a la casuística descrita.
- Se incorporará un campo adicional para añadir una columna de tipo *string* en la columna posterior al dato del paciente, con observaciones de la medida (fecha de medida, percentil, etc.).

5.5.2. Descripción

Para el apartado gráfico se tomó como base el controlador *charts_google*, ya desarrollado con anterioridad en Iternova, que proporciona una librería gráfica más básica y con alguna problemática de mantenimiento (**ver Anexo 3**).

Sobre ella se desarrolló el controlador *charts_highcharts* para dar cabida al motor gráfico descrito en el apartado de análisis y diseño.

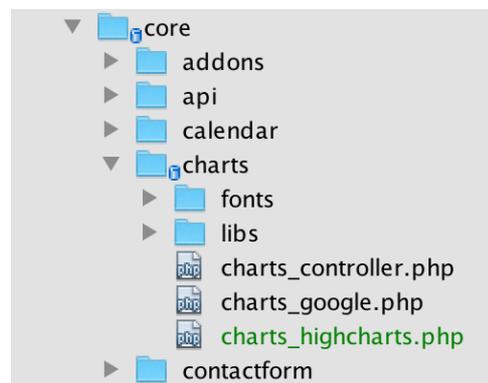


Figura 28 – Esquema gráfico

En este caso *charts_controller* actúa como un *handler*, esto es, un controlador genérico que se encarga de realizar llamadas al método gráfico en concreto. Con ello se consiguen desarrollar sistemas gráficos independientes (en este caso Google Charts y Highcharts) sin modificar los métodos del *handler*.

Para dar respuesta al *handler* gráfico, los controladores deben poder responder a las posibles peticiones de este. Por ello, todos ellos deben tener un esquema similar, al menos en lo que a entradas y salidas de datos se refiere. Si alguna de las características no es soportada por dicho controlador, este debe ser capaz de indicárselo al *handler*.

El sistema gráfico de Highcharts se prototipó sin realizar un consumo de datos de una base de datos. Por ello la implementación sobre el entorno Iternova deberá responder principalmente a esta problemática: el consumo de datos.

El resto de características del motor gráfico se desarrolló en el apartado de análisis y diseño, ya que se contaba con unos datos integrados a modo de prueba. Sin embargo, parte de la tarea de implementación será la de analizar las posibles problemáticas que pueden surgir sobre un entorno de consumo de datos a priori menos controlado.

La tarea de definir esas problemáticas de control de datos queda fuera de este proyecto, si bien, se ha buscado dar respuesta al mayor número de escenarios posibles. Una línea de desarrollo futura será validar estos escenarios (**Ver Anexo 5**), y agregar los no contemplados.

5.5.3. Configuración

Con objeto de permitir un correcto funcionamiento de la librería gráfica en el lado del servidor, se hace necesario integrar los métodos que permitan al motor gráfico consumir los datos almacenados. Para ello se cuenta con el módulo *charts_controller*, por lo que la configuración se limitará a instalar las librerías necesarias para el funcionamiento de Highcharts.

Librerías implementadas:

- Highcharts.js: Librería para dar respuesta a las peticiones de la API de Highcharts [50]
- Highstock.js: Librería para dar respuesta a las peticiones de la API de Highstock [51]
- exporting.js: Librería encargada de solicitar la generación de los archivos de exportación. Su implementación se realiza mediante la solicitud al servidor de Highcharts, el cual devuelve el archivo generado al usuario
- jQuery: Dicha librería es necesaria para el funcionamiento gráfico, si bien ya se encuentra incorporada al proyecto *iternova.dev*

Con respecto a la carga de librerías, esta puede realizarse mediante la inclusión en el propio controlador, donde se cargaría en cada uso; o desde el módulo *preloadjs* que permite tener las librerías cargadas en el momento de su uso. Dado que el módulo gráfico es clave en la plataforma, se opta por realizar una precarga de las librerías.

5.5.4. Consumo de datos

El consumo de datos vendrá de dos fuentes: de los datos de referencia y de los datos del paciente en cuestión. Ambas fuentes vendrán del módulo *ehwingrowin*.

La extracción de datos de referencia en este trabajo tiene un solo origen (los datos del estudio longitudinal del HUMS [25]), si bien en un futuro se podrían tener diversas fuentes de referencia (OMS, Fundación española de pediatría, etc.), por ello será interesante contar con mecanismos (parámetros de llamada) que permitan esa variación de fuentes de referencia.

En cuanto al paciente, la propia navegación determinará la identificación de los datos a representar. Por lo que el consumo de datos irá ligado a la identificación del paciente.

5.6. Estructura Web

La estructura web viene marcada por los módulos preexistentes en el entorno Iternova. Durante el proceso de implementación se han realizado pequeñas modificaciones para albergar los diferentes requerimientos de la fase de análisis, si bien el aspecto final difiere de la solución propuesta en la fase de análisis y diseño.

La definición del aspecto visual final del entorno *growin* queda fuera del alcance de este proyecto, debido que la implementación de una nueva estructura web puede ser desechada en líneas futuras (nuevas incorporaciones, modificaciones de requerimientos, etc.).

La estructura definida alberga las siguientes pantallas de navegación:

1. **Pantalla inicial.** Permite el registro y acceso de usuarios, además de servir de portal resumen del ecosistema *growin*.
2. **Pantalla de acceso (login).**
3. **Pantalla de registro (signup).**
4. **Mi perfil.** Pantalla principal donde se recogen los datos de usuario y paciente, así como el motor gráfico de representación de datos antropométricos y la recogida de medidas.
5. **Zona admin.** Sección de gestión de usuarios, pacientes, tablas de referencia y otros parámetros de configuración interna.

Con todo ello, el aspecto visual del entorno *growin* en su fase actual queda recogido en mayor detalle en la fase de resultados.

6. Resultados

Es clave destacar la consecución de dos escenarios: en primer lugar la puesta en marcha de un entorno de análisis y diseño (*growin life* [56]) que recoge los requerimientos gráficos del proyecto, así como una estructura web básica para permitir un análisis funcional. En segundo lugar la existencia del entorno de producción (*growin* [57]) que ha sido utilizado para la asimilación pausada de nuevos desarrollos ya testeados en el entorno de análisis y que ha permitido recoger datos e impresiones de forma paralela al avance analítico.

6.1. Resultados del entorno de análisis

Conforme a los requisitos de prototipado establecidos en la fase de análisis y diseño, se generaron las siguientes pantallas:

La **pantalla inicial** da respuesta a los siguientes requisitos:

- RP-1: *Dashboard*. Recoge un gráfico con los percentiles de Peso, Talla y Perímetro en la zona superior y los percentiles de índices de crecimiento en la zona inferior (IMC y velocidad).
- RP-2: La zona de notificaciones se incluye en la parte inferior.
- RP-3: El menú lateral alberga el acceso a los índices de crecimiento.
- RP-5: La zona inferior dispone del acceso a la pantalla de nuevas medidas.
- RP-7: La zona inferior del menú recoge el acceso al panel de ayuda.

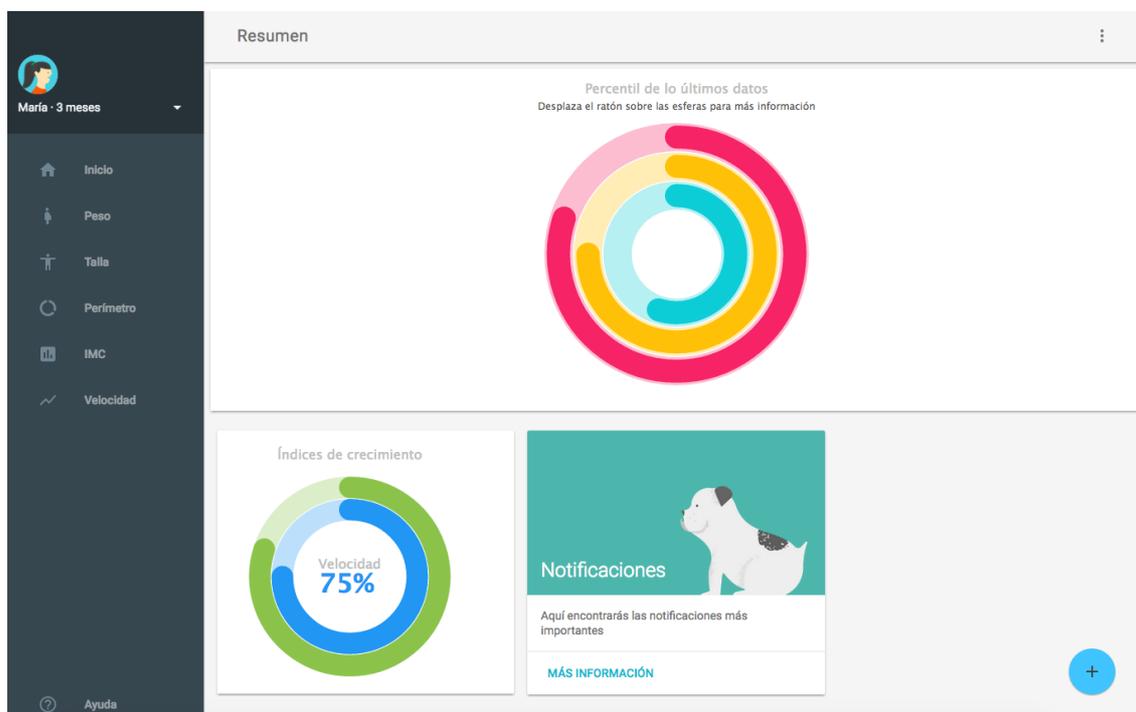


Figura 20 – Pantalla inicial - Dashboard

El resto de paneles de indicadores responden a los RP-4 y RP-6:

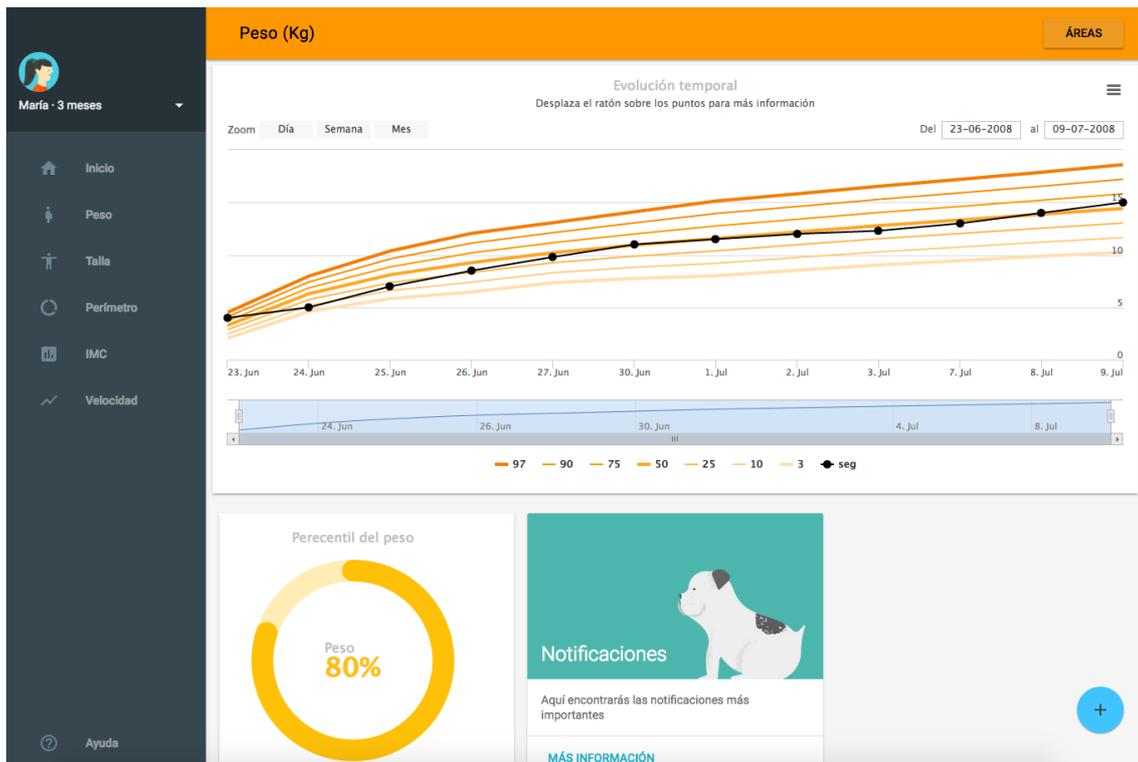


Figura 21 – Pantalla de recogida de datos de Peso

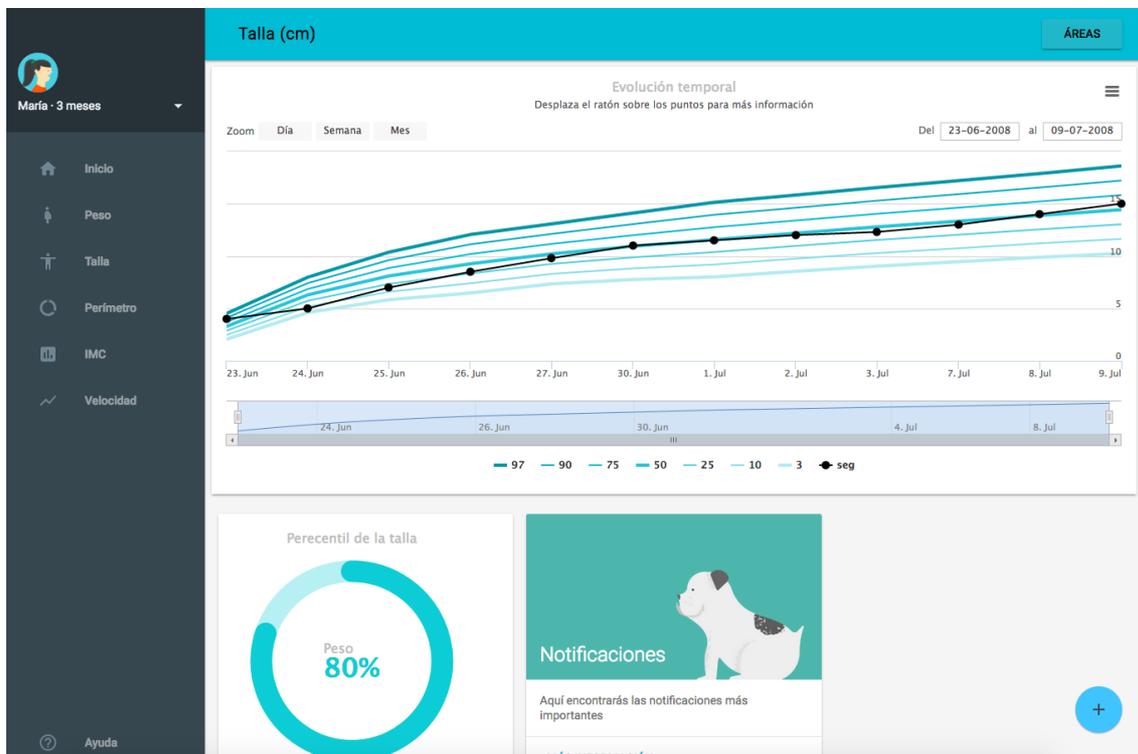


Figura 22 – Pantalla de recogida de datos de Talla

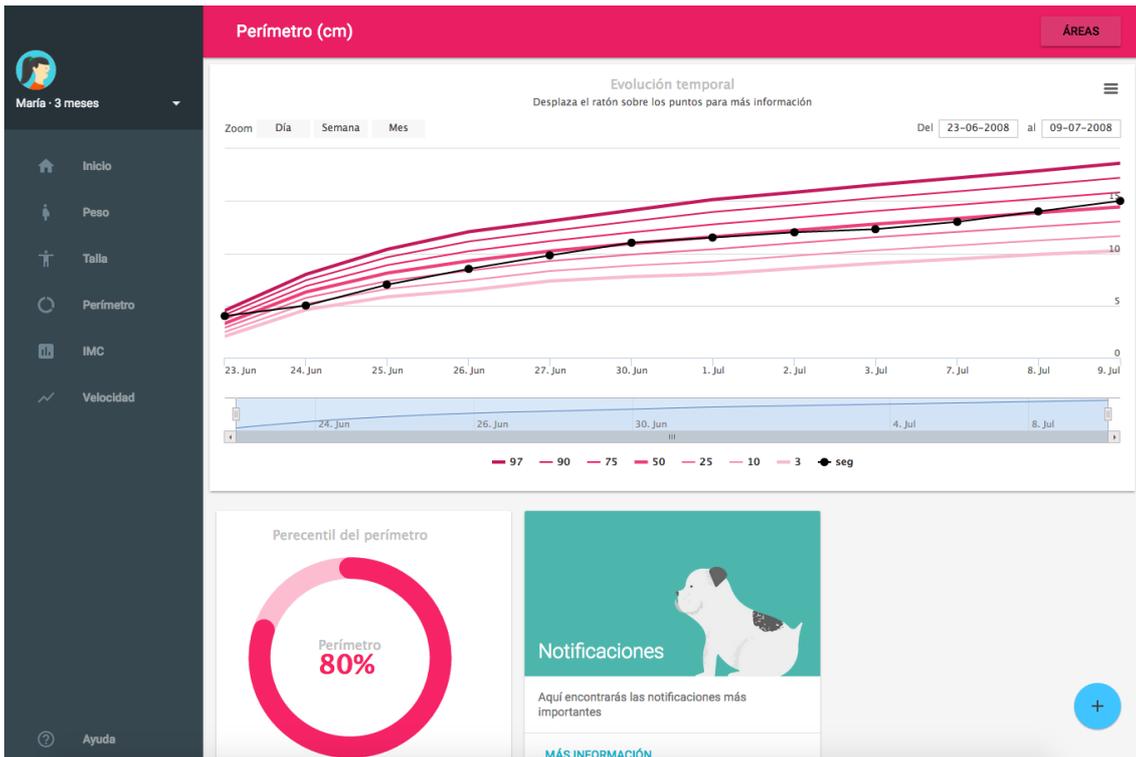


Figura 23 – Pantalla de recogida de datos de Perímetro

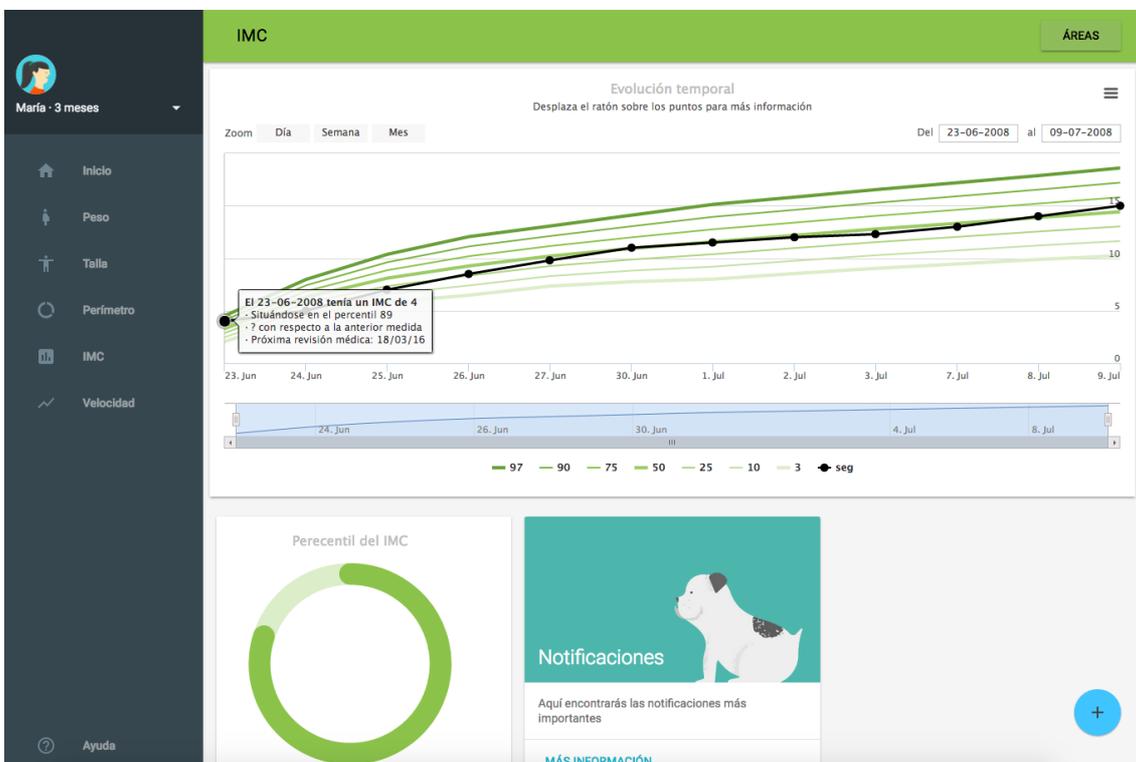


Figura 24 – Pantalla de recogida de datos del Índice de Masa Corporal

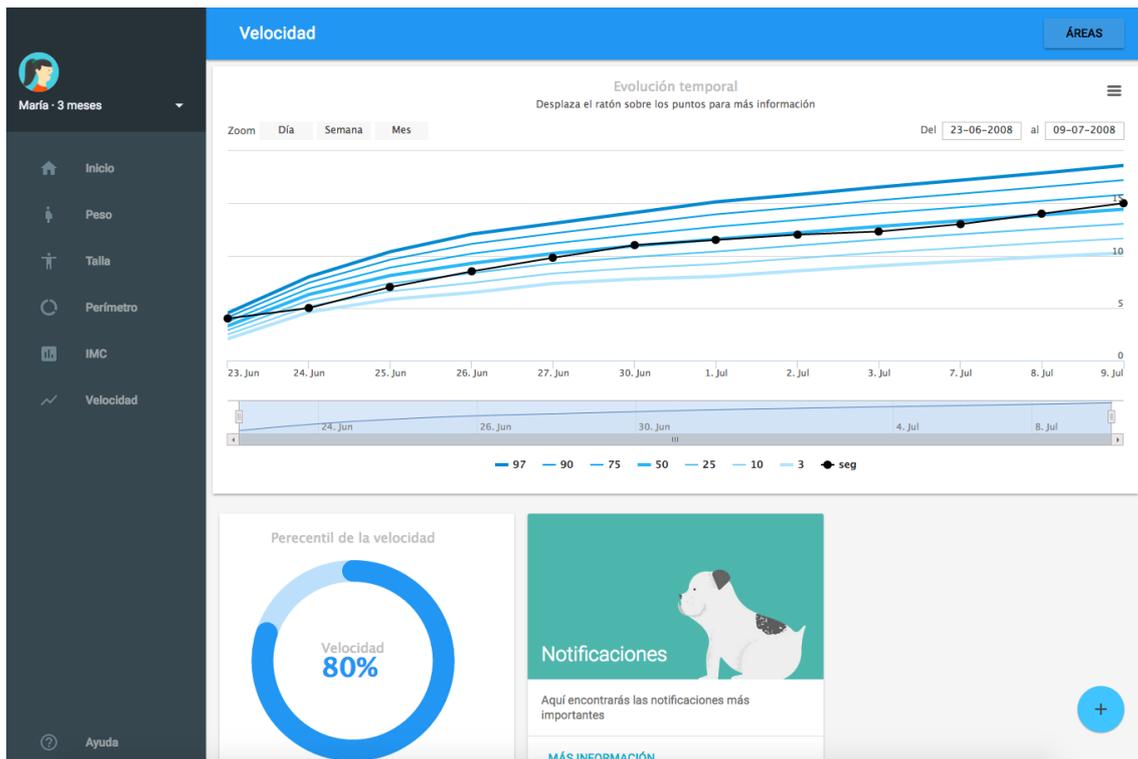


Figura 25 – Pantalla de recogida de datos de Velocidad

El panel lateral también añade la posibilidad de seleccionar entre diferentes pacientes RP-8

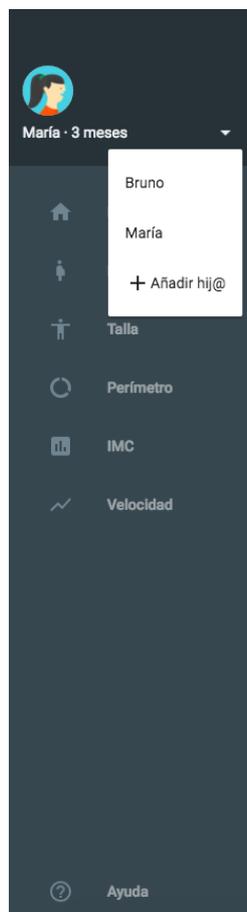


Figura 26 – Panel lateral de navegación

La pantalla de inserción de nuevas medidas tiene el siguiente diseño:

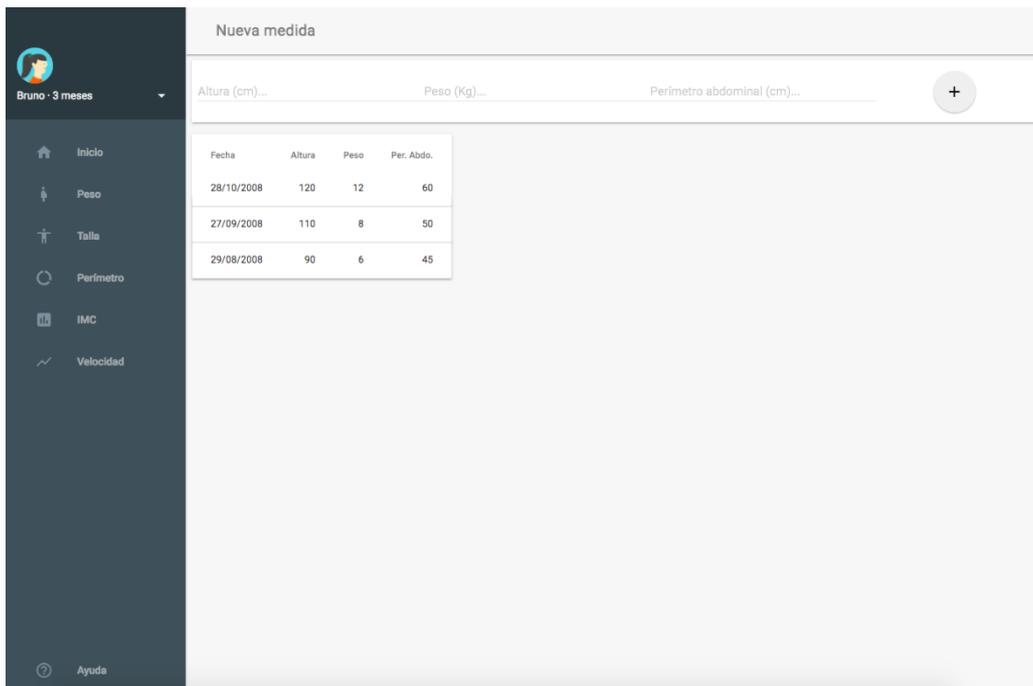


Figura 21 – Pantalla de recogida de datos de medidas

El panel gráfico, el núcleo central de la información gráfica, alberga la posibilidad de mostrar un gráfico de líneas o uno de áreas, según RP-9:

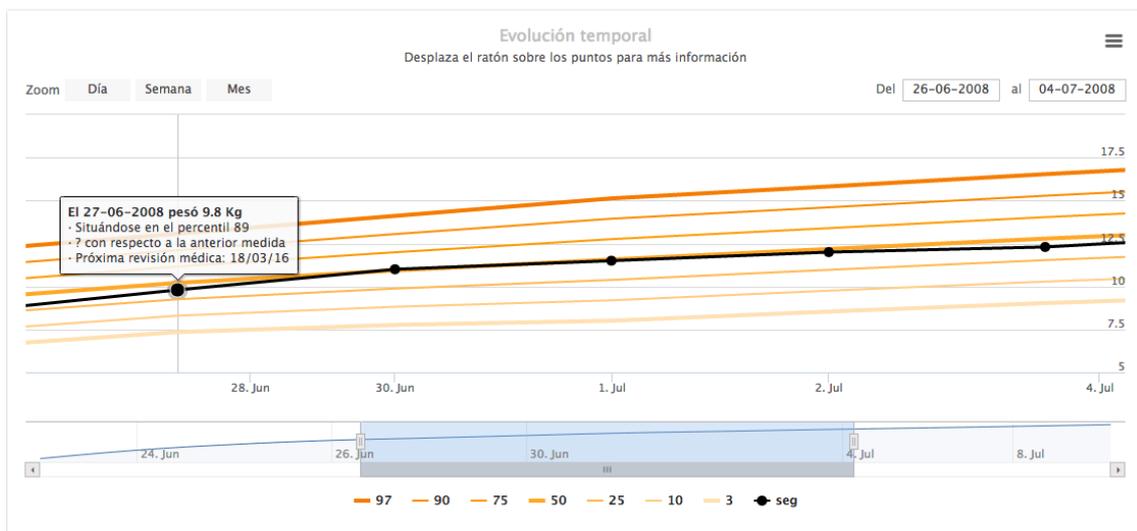


Figura 22 – Pantalla de evolución temporal con visibilidad de líneas

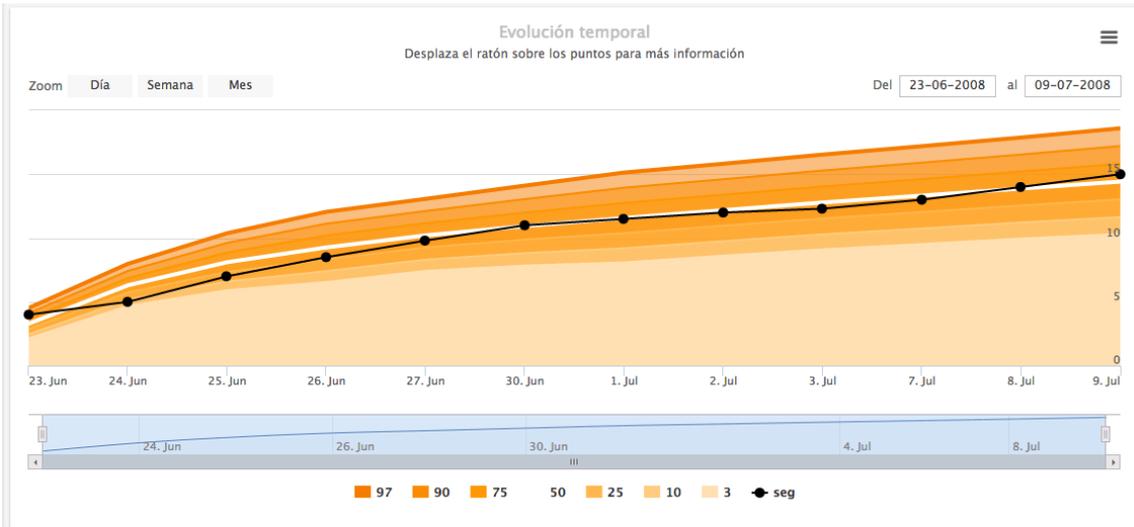


Figura 23 - Pantalla de evolución temporal con visibilidad de áreas

Así mismo dicho panel contiene acceso al menú de descarga del gráfico:

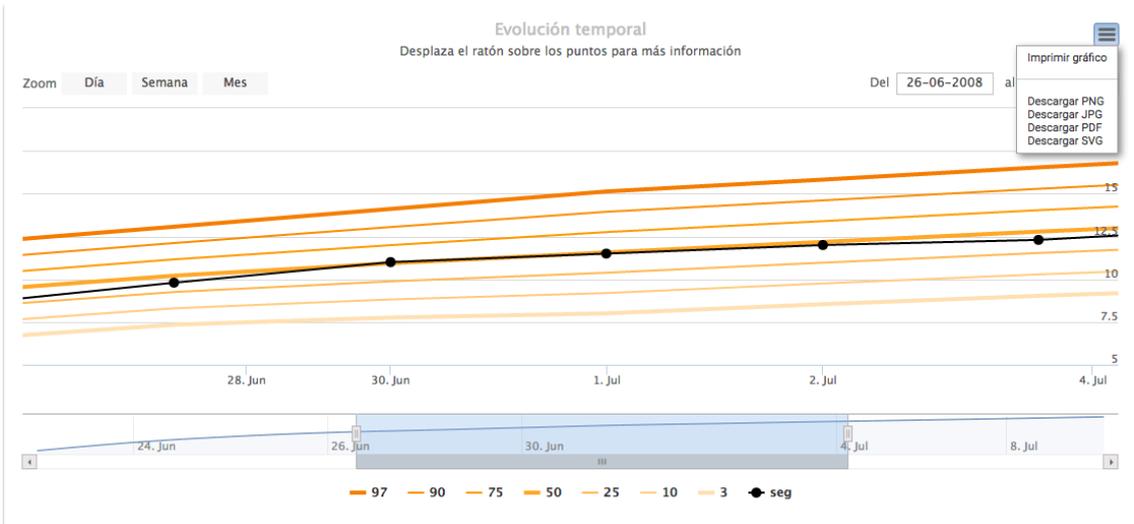


Figura 24 - Pantalla de evolución temporal con detalle del menú de descarga

El RP-10 resulta muy útil para evaluar el entorno móvil:

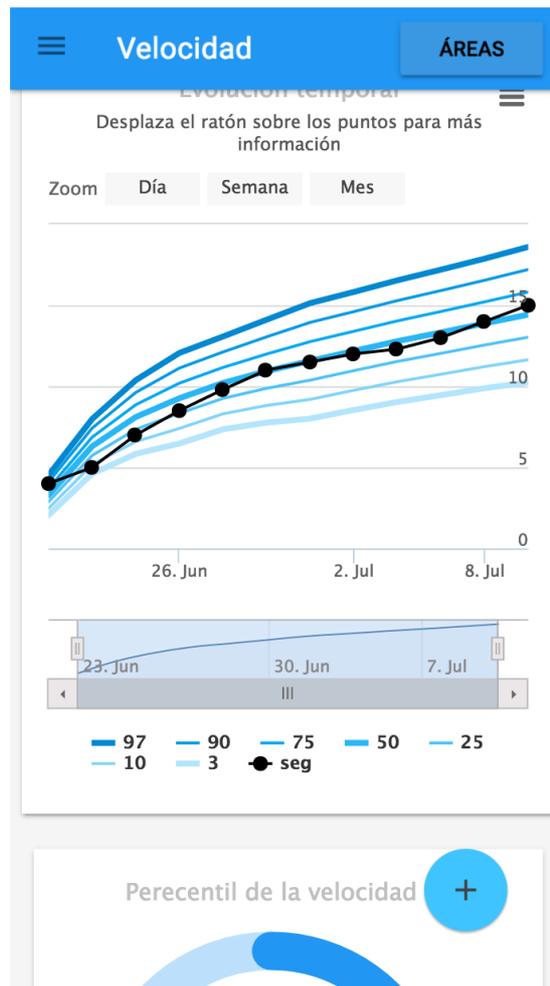


Figura 25 – Ejemplo de visualización de pantalla de evolución en entorno móvil

6.2. Resultados del entorno de producción

La fase de implementación ha arrojado como resultado el siguiente listado de pantallas funcionales:

1. **Pantalla inicial.** Recoge el acceso a los apartados Login y Signup (**Ver figura 29**).
2. **Pantalla login.** Permite acceder a la cuenta de usuario / paciente mediante la cuenta creada o mediante el logueo con Facebook o Google+ (**Ver figura 30**).
3. **Pantalla signup.** Es la pantalla de registro. Permite crear una cuenta con Facebook, Google+ o mediante un correo electrónico (**Ver figura 31**).
4. **Mi perfil** (versión contraída). Contiene el perfil del paciente ligado al usuario (**Ver figura 32**) así como la configuración de usuario (**Ver figura 33**).
5. **Mi perfil** (versión desplegada). Seleccionando el paciente se despliega el apartado gráfico de representación. En la versión puesta en producción se encuentra configurado el módulo de *google charts* (**Ver figura 34**). Si bien el módulo desarrollado en el entorno de análisis [56] puede visualizarse en la **figura 38**, como muestra del entorno de preproducción.
6. **Cerrar Sesión.** Es la pantalla visible tras cerrar la sesión (**Ver figura 35**).
7. **Footer.** Visible en todas las páginas, da acceso al perfil de twitter promocional de *growin* [54], a la página web de eHwin [11] y al *disclaimer* legal. Así mismo el *footer* incorpora el widget de *AddToAny* [55] que permite compartir la página a través de más de 10 redes sociales (**Ver figura 36**).
8. **Zona admin.** Sólo accesible para perfiles con rol de administrador (**Ver figura 37**).



Figura 29 – Home de growin.ehwin.com



Figura 30 – Pantalla de Login

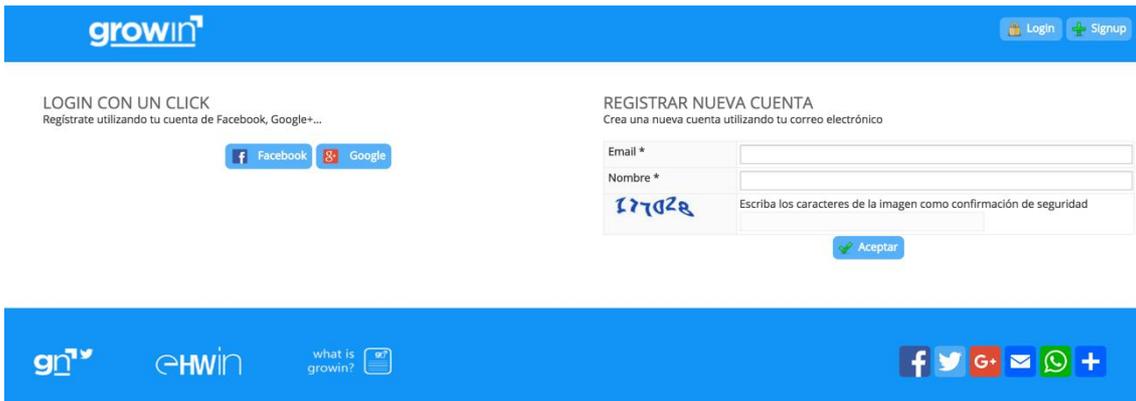


Figura 31 – Pantalla de registro (Signup)

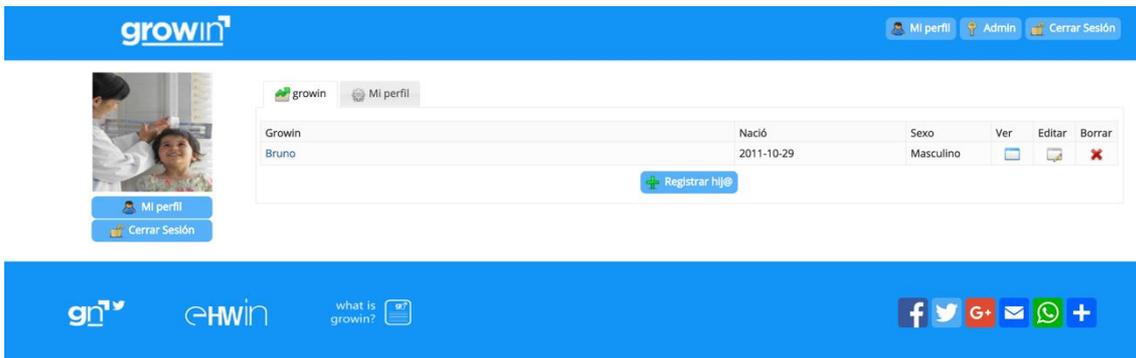


Figura 32 – Mi perfil (contraído) – Zona paciente

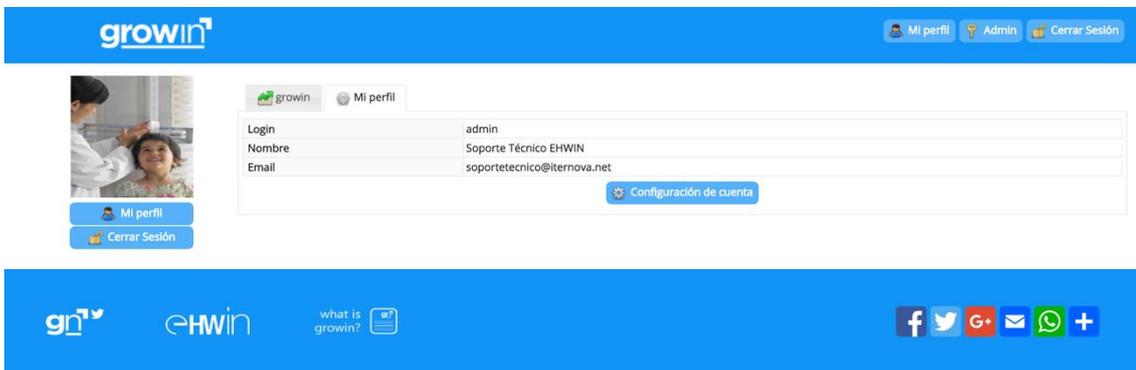


Figura 32 – Mi perfil (contraído) – Zona usuario

growin⁷ Mi perfil Admin Cerrar Sesión



Mi perfil Cerrar Sesión

growin Mi perfil

Growin	Nació	Sexo	Ver	Editar	Borrar
Bruno	2011-10-29	Masculino	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

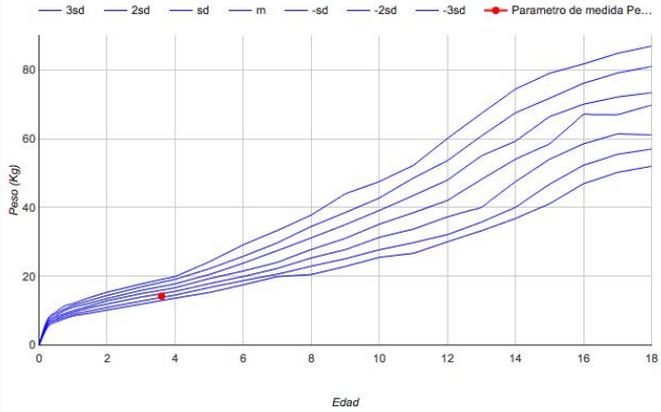
[+ Registrar hijo](#)

Growin	Bruno	Embarazo	38 semanas 6 días
Nació	2011-10-29	Peso (Kg)	3.25
Edad	4 años 7 meses 10 días	Midió (cm)	52
Sexo	Masculino		



Peso (Kg) Talla (cm)

PESO (KG) - MASCULINO - BEBÉS



Medida	Fecha medida	Ver	Editar	Borrar
3 años 7 meses 30 días	2015-06-29	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 años 7 meses 5 días	2015-06-05	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 años 6 meses 3 días	2015-05-01	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 años 2 meses 4 días	2015-01-01	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[Registrar nueva medida](#)

gn⁷ ehwin what is growin? Facebook Twitter Google+ Mail WhatsApp +

Figura 34 – Mi perfil desplegado

growin⁷ Login Signup

Sesión finalizada

 La sesión en la zona de usuarios registrados ha finalizado de forma satisfactoria.

LOGIN CON UN CLICK
Regístrate utilizando tu cuenta de Facebook, Google+...

Facebook Google

LOGIN CON MI CUENTA
Introduce tu nombre de usuario y contraseña

Usuario *

Contraseña *

OTRAS ACCIONES
¿Has olvidado tu contraseña o quieres crear una nueva cuenta?

gn⁷ ehwin what is growin? Facebook Twitter Google+ Mail WhatsApp +

Figura 35 – Cierre de sesión



Figura 36 - Footer



Figura 37 – Zona de administración

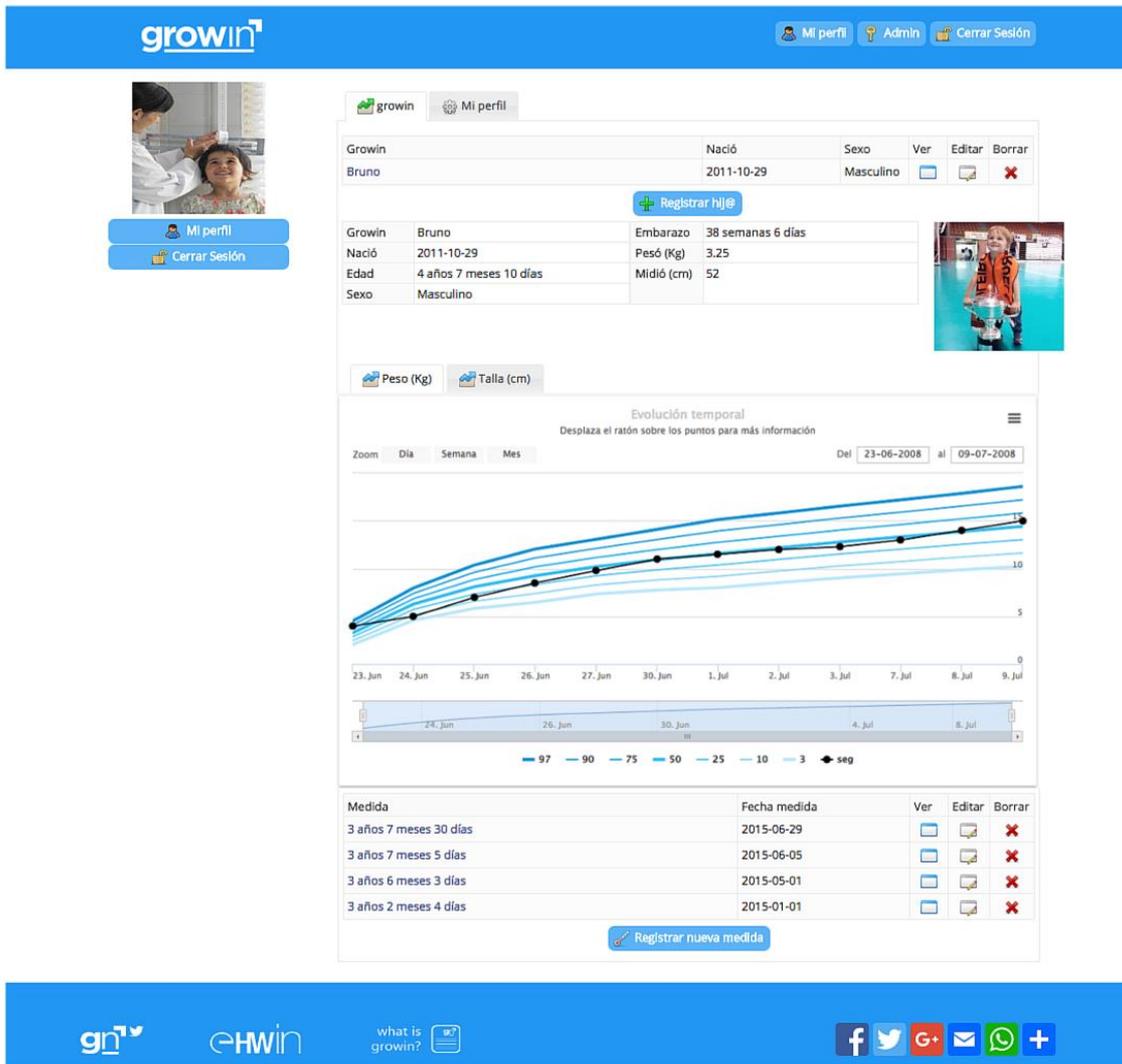


Figura 38 – Perfil desplegado con el módulo gráfico de Highcharts

7. Conclusiones y líneas futuras

7.1. Conclusiones

El esquema de trabajo establecido ha permitido realizar un análisis inicial de la visión necesaria para afrontar el reto de diseñar herramientas de e-sanidad, tomando como referencia los patrones fijados por el ONTSI [5].

Este estudio inicial ha permitido crear una fase de análisis y diseño de la problemática de dar respuesta a un *Sistema interactivo de representación gráfica on-line en un entorno de seguimiento antropométrico del crecimiento infantil y juvenil*.

Las conclusiones extraídas del estado del arte han permitido definir las carencias existentes en el actual mercado de la *m-health* posibilitando crear un entorno de análisis [56] acorde a la necesidad de un entorno común de prototipado médico [8] y tecnológico [9] [10] [11].

Dicho entorno común, ha sido guiado por la necesidad de crear sistemas que permitan el ahorro y la optimización en los actuales planes de salud; construyendo las bases de una plataforma de recogida de datos que permita mejorar la calidad de vida de los pacientes mediante el potenciamiento de la figura del paciente empoderado [5].

De forma paralela al análisis, y mientras se realizó una tarea de aprendizaje del *framework* necesario para el desarrollo de plataformas web, se continuó dando forma a un entorno de producción [57] que forma parte de un entorno más amplio, *growin*, el cual tiene abiertas diversas vías de investigación y desarrollo [8] [10] [11].

El trabajo ha permitido explorar diferentes entornos de desarrollo con gran potencial futuro, como la e-sanidad y los objetivos que persigue desde un punto de vista médico y tecnológico. Desarrollando una solución con gran potencial visual que, goza de la simplicidad necesaria para ser entendido en entornos no profesionales, sin perder la rigurosidad de las referencias médicas [7] [8].

La toma de contacto con el mundo empresarial [9] ha permitido conocer los esquemas, reglas y tiempos de desarrollo de un entorno distinto de lo académico.

Por último, la contribución realizada en este trabajo ha posibilitado formar parte del proyecto *growin*, aportando soluciones gráficas e interactivas a la extensa tarea de dar solución a un *sistema inteligente de seguimiento, detección y prevención de sobrepeso-obesidad y otros desajustes del desarrollo en menores de edad, y que se autodenomina*.

7.2. Líneas futuras

El trabajo aquí descrito forma parte del estudio e investigación sobre soluciones para el desarrollo de un *sistema inteligente de seguimiento, detección y prevención de sobrepeso-obesidad y otros desajustes del desarrollo en menores de edad, y que se autodenomina*.

Los avances realizados formarán parte de manera total o parcial de un entorno más amplio que en el medio plazo irá recogiendo las aportaciones realizadas por el estudio realizado por Unidad de Endocrinología Pediátrica y del Adolescente del HUMS [8].

Así mismo el avance de proyectos de investigación y desarrollo impulsados por el *Human Openware Research Lab* [10], grupo de investigación de la Universidad de Zaragoza, y las consultoras tecnológicas eHWin New Technologies [11] e Iternova [9], permitirá formalizar los análisis aquí descritos en un entorno más complejo.

Dichos avances irán en la línea de crear una orientación médica hacia la prevención y detección temprana del padecimiento de enfermedades o malas conductas desde un punto de vista médico.

Concienciar e informar al paciente acerca de su propia salud es el objetivo final perseguido por el entorno *growin*, siendo el presente TFG una aportación más a la ayuda de dicha consecución.

Como línea futura inmediata del trabajo aquí descrito, en el corto plazo se formalizará un TFG que recoja el testigo del presente trabajo para incorporar sistemas de gestión de datos antropométricos y respuesta interactiva a la introducción de estos. Permitiendo de esta forma enriquecer el sentido del sistema gráfico aquí planteado.

8. Bibliografía y referencias

- [1] **Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la SI (ONTSI)**. Perfil sociodemográfico de los internautas (Datos INE 2015). Enero 2016. [En Línea: Junio de 2016] <http://www.ontsi.red.es/ontsi/es/estudios-informes/perfil-sociodemogr%C3%A1fico-de-los-internautas-datos-ine-2015>
- [2] **Asociación Española de Pediatría, Sociedad Española de Neonatología**. Protocolos de Neonatología. 2008. [En Línea: Junio de 2016] <http://www.aeped.es/documentos/protocolos-neonatologia>
- [3] **Asociación Española de Pediatría**. Protocolos de Endocrinología. 2011. [En Línea: Junio de 2016] <http://www.aeped.es/documentos/protocolos-endocrinologia>
- [4] **The App Date**. Informe de las 50 mejores apps de salud en español. Marzo 2014. [En línea: Junio de 2016] <http://www.theappdate.es/static/media/uploads/2014/03/Informe-TAD-50-Mejores-Apps-de-Salud.pdf>
- [5] **Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la SI (ONTSI)**. Los ciudadanos ante la e-Sanidad, Opiniones y expectativas de los ciudadanos sobre el uso y aplicación de las TIC en el ámbito sanitario. Abril 2016. [En Línea: Junio de 2016] <http://www.ontsi.red.es/ontsi/es/estudios-informes/los-ciudadanos-ante-la-e-sanidad-opiniones-y-expectativas-de-los-ciudadanos-sobre->
- [6] **Mario De Francisco Ruiz, Javier Pascual Terrel**. Plataforma en red estadística para la detección inteligente y temprana de la obesidad infantil (PREDIT OI). Mayo 2013.
- [7] **A Carrascosa, JM Fernández, C Fernández, A Ferrández, JP López-Siguero, E Sánchez, B Sobradillo, D Yeste**. Estudios españoles de crecimiento 2008. Nuevos patrones antropométricos. Elsevier, Diciembre 2008. [En Línea: Junio de 2016] <http://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-nutricion-12-articulo-estudios-espanoles-crecimiento-2008-nuevos-13130227>
- [8] **Los 1.000 primeros días que condicionan toda la vida**. Heraldo de Aragón, Marzo 2015. [En Línea: Junio de 2016] http://prensa.unizar.es/noticias/1503/150323_z0_11.pdf
- [9] **Iternova S.L.** [En línea: Junio de 2016] <https://www.iternova.net/>
- [10] **HOWLab (Human Openware Research Lab)** [En línea: Junio de 2016] <http://howlab.unizar.es/>
- [11] **eHWin New Technologies S.L.** [En Línea: Junio de 2016] <http://www.ehwin.com/>

- [12] **Google Play** [En Línea: Junio de 2016] <https://play.google.com/store/apps?hl=es>
- [13] **Apple iTunes, App Store** [En Línea: Junio de 2016]
<https://itunes.apple.com/es/genre/ios/id36?mt=8>
- [14] **Mi Bebé día a día** [En Línea: Septiembre de 2015]
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.babycenter.mybabytoday>
- [15] **Baby Daybook** [En Línea: Septiembre de 2015]
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.drillyapps.babydaybook>
- [16] **Percentiles de crecimiento** [En Línea: Septiembre de 2015]
https://play.google.com/store/apps/details?id=com.netekitech.growth_percentiles
- [17] **Patrones de crecimiento** [En Línea: Septiembre de 2015]
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.antropometry>
- [18] **Growth Charts** [En Línea: Septiembre de 2015]
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.incubate.growthcharts>
- [19] **Babyayuda** [En Línea: Septiembre de 2015]
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.iboomobile.herobaby&hl=es>
- [20] **Lactancia Materna AEP** [En Línea: Septiembre de 2015]
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.LactanciaMaterna.AEP>
- [21] **Normal Child** [En Línea: Septiembre de 2015]
<https://itunes.apple.com/us/app/normalchild/id482938838?ls=1&mt=8>
- [22] **Parenting Box** [En Línea: Septiembre de 2015]
<https://itunes.apple.com/us/app/parenting-box-for-babies-toddlers/id523432025?mt=8>
- [23] **Percentiles Infantiles** [En Línea: Septiembre de 2015]
<http://www.percentilesinfantiles.es/>
- [24] **Baby Infant Growth Chart Calculator** [En Línea: Septiembre de 2015]
<http://www.infantchart.com/>
- [25] **Antonio Carrascosa, José Manuel Fernández, Angel Ferrández, Juan Pedro López-Siguero, Diego López, Elena Sánchez y Grupo Colaborador.** Estudios españoles de crecimiento 2010. [En Línea: Septiembre de 2015]
<http://www.estudiosdecrecimiento.es/graficas/tv11.pdf>
- [26] **Highcharts** [En Línea: Junio de 2016]
<http://www.highcharts.com/>

- [27] **5 librerías JavaScript para crear diagramas y gráficos.** Hipertextual 2014. [En Línea: Octubre de 2015]
<http://hipertextual.com/archivo/2014/07/librerias-javascript-para-graficos/>
- [28] **Great Interactive Data Visualization Tools.** Constructive 2015. [En Línea: Octubre de 2015]
<http://ms-ds.com/our-thinking/insights/6-great-interactive-data-visualization-tools-part-1>
<http://ms-ds.com/our-thinking/insights/6-great-interactive-data-visualization-tools-part-2>
- [29] **Chart.JS** [En Línea: Octubre de 2015]
<http://www.chartjs.org/>
- [30] **Fusioncharts** [En Línea: Octubre de 2015]
<http://www.fusioncharts.com/>
- [31] **Epoch** [En Línea: Octubre de 2015]
<http://fastly.github.io/epoch/>
- [32] **jQuery Visualize** [En Línea: Octubre de 2015]
<https://github.com/filamentgroup/jQuery-Visualize>
- [33] **Exhibit** [En Línea: Octubre de 2015]
<http://www.simile-widgets.org/exhibit/>
- [34] **Javascript InfoVis Toolkit** [En Línea: Octubre de 2015]
<http://philogb.github.io/jit/>
- [35] **D3.JS** [En Línea: Octubre de 2015]
<http://d3js.org/>
- [36] **Highstock** [En Línea: Junio de 2016]
<http://www.highcharts.com/products/highstock>
- [37] **Chrome DevTools** [En Línea: Junio de 2016]
<https://developer.chrome.com/devtools>
- [38] **iPad Peek** [En Línea: Junio de 2016]
<http://ipadpeek.com/>
- [39] **Google Resizer** [En Línea: Junio de 2016]
<http://design.google.com/resizer/>
- [40] **JsFiddle** [En Línea: Junio de 2016]
<https://jsfiddle.net/>

- [41] **Codepen** [En Línea: Junio de 2016]
<http://codepen.io/JohnTheCat/pen/azbRpM>
- [42] **Smartroads** [En Línea: Junio de 2016]
<https://www.tecnocarreteras.es/sistema-de-gestion-web-de-carreteras/>
- [43] **Slack** [En Línea: Junio de 2016]
<https://slack.com/>
- [44] **Trello** [En Línea: Junio de 2016]
<https://trello.com/>
- [45] **Dropbox** [En Línea: Junio de 2016]
<https://www.dropbox.com>
- [46] **Git** [En Línea: Junio de 2016]
<https://git-scm.com/>
- [47] **MongoDB** [En Línea: Junio de 2016]
<https://www.mongodb.com/>
- [48] **MySQL** [En Línea: Junio de 2016]
<https://www.mysql.com/>
- [49] **Apuntes de la asignatura Análisis y Diseño Software**. Curso 2014-2015.
<http://titulaciones.unizar.es/asignaturas/30366/index15.html>
- [50] **API Highcharts** [En Línea: Junio de 2016]
<http://api.highcharts.com/highcharts>
- [51] **API Highstock** [En Línea: Junio de 2016]
<http://api.highcharts.com/highstock>
- [52] **Material Design Lite** [En Línea: Junio de 2016]
<https://getmdl.io/>
- [53] **Material Design Lite | Dashboard Template** [En Línea: Junio de 2016]
<https://getmdl.io/templates/dashboard/index.html>
- [54] **Twitter Growin** [En Línea: Junio de 2016]
<https://twitter.com/growinapp>
- [55] **Add To Any** [En Línea: Junio de 2016]
<https://www.addtoany.com/>

[56] **Growin Life. Entorno preproducción** [En Línea: Junio de 2016]
<http://growin.life/>

[57] **Growin. Entorno producción** [En Línea: Junio de 2016]
<https://growin.ehwin.com/>

9. Anexos

9.1. Anexo 1. Estudio sobre la e-sanidad y las expectativas ciudadanas

En los siguientes apartados se analizarán diversas figuras sanitarias y su relación con la e-sanidad, fruto del análisis y extracción de datos clave del estudio “*Los ciudadanos ante la e-Sanidad, opiniones y expectativas de los ciudadanos sobre el uso y aplicación de las TIC en el ámbito sanitario*” [5]

9.1.1 Perfil del paciente empoderado

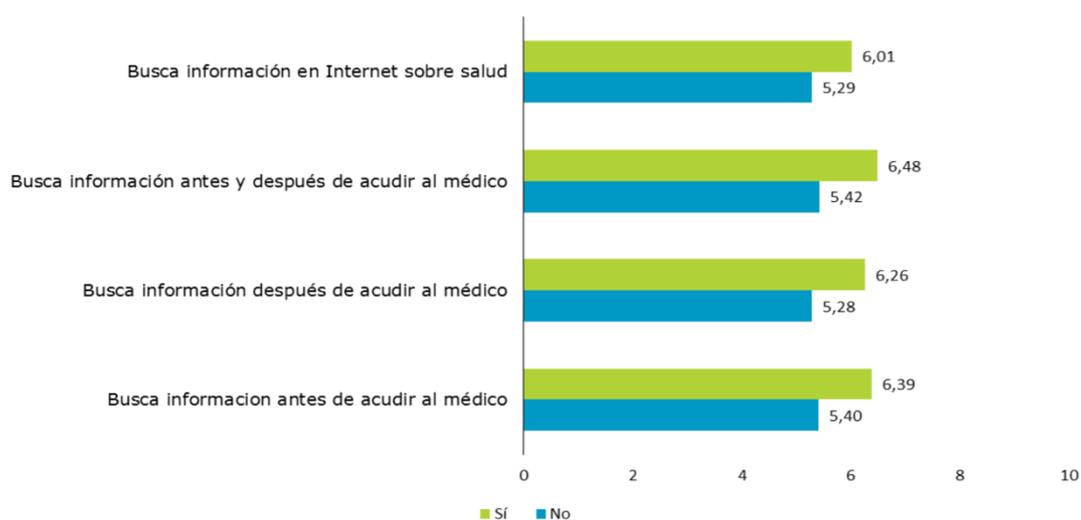
Uno de los más importantes cambios experimentados en la sanidad en la última década es el cambio de status de la figura del paciente respecto al cuidado de su salud y la relación que mantiene con su médico. Tradicionalmente, el paciente tenía un papel anodino. El paciente acudía a la consulta y hacía lo que le decía el profesional sanitario, sin capacidad para opinar y sin más información. En la actualidad las cosas son muy diferentes, y podemos hablar de un empoderamiento del paciente.

La definición del paciente empoderado es objeto de debate, si bien, en este trabajo se tomará como referencia las características definidas por el ONTSI [5]:

“*El paciente empoderado:*

- *Conoce en profundidad cuál es su estado de salud o enfermedad.*
- *Posee control sobre su estado de salud o enfermedad.*
- *Participa en la toma de decisiones sobre su salud de manera coordinada con los profesionales sanitarios.*
- *Es responsable respecto del cuidado de su salud.*
- *Se forma e informa sobre salud.”*
-

GRÁFICO 34. **Intensidad de empoderamiento según búsqueda de información (media)**



Base: 4.763 encuestados.

Figura A2 – Intensidad de empoderamiento según búsqueda de información [5]

Preguntados sobre la comprensión de la información sobre temas de salud que aparece en los periódicos, revistas, Internet, etc. El 30,4% de los encuestados afirma que sólo

entiende alguna vez la información que encuentra disponible y un 14,1% afirma no comprenderla nunca.

Otro dato clave es que el 40,2% de la población no se hace revisiones médicas por iniciativa propia.

El 30,3% de la población dice pensar alguna vez las preguntas que hacer al médico antes de ir a la consulta, aumentando este porcentaje al 32,1% de las personas que afirman no pensar nunca sus preguntas.

Con estos datos puede afirmarse que el 78,5% de los pacientes no pueden considerarse empoderados. Por lo que el uso de la e-sanidad será clave para introducir este perfil de paciente empoderado.

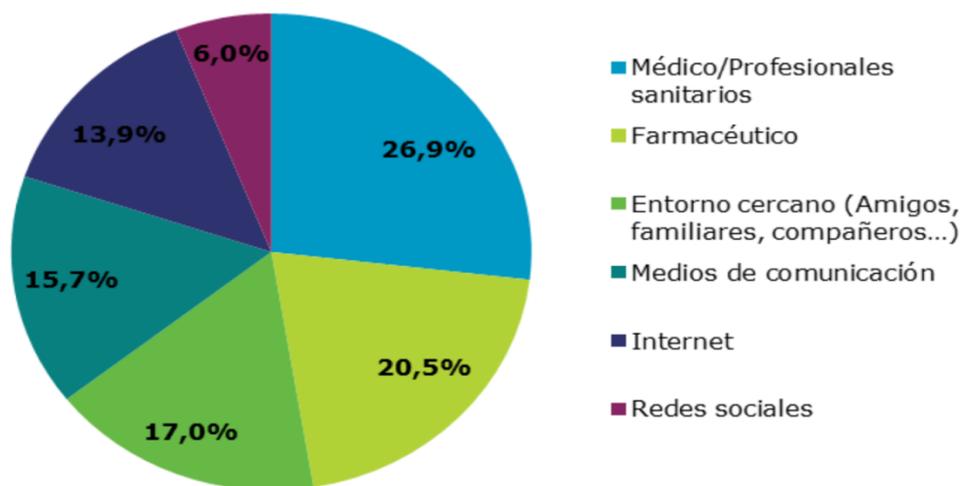
El concepto de paciente experto está teniendo cada vez más importancia y se refiere a que:

“el paciente debe ser el principal responsable del autocuidado de su salud, adquiriendo las competencias necesarias para gestionar su propia salud y mejorar su calidad de vida en colaboración con los profesionales sanitarios.” [5]

9.1.2 Fuentes de información

Los profesionales sanitarios son las fuentes principales para temas de salud, si bien más del 60% de los pacientes utiliza internet como fuente de información.

GRÁFICO 35. Fuentes de información utilizadas para la salud (%)



Base: 5.000 individuos

Figura A3 – Fuentes de información utilizadas para la salud [5]

Un dato clave es que las familias con hijos son más usuarios de internet como fuente de información. Siendo un 76,8% de las familias con hijos menores las que utilizan internet como fuente de información frente al 54,4% de las que no tienen hijos.

La cifra se eleva si diferenciamos por sexos, siendo un 84,6% de las mujeres con hijos menores las que utiliza Internet como fuente de información.

El 85% de las consultas se realizan a través de buscadores como primera y única opción. Por lo que dirigir el tráfico hacia portales especializados será clave.

Las búsquedas sobre salud en Internet no se hacen de manera regular, sino que son coyunturales, seguramente relacionadas con problemas concretos o síntomas que se tengan en un momento determinado. La adhesión de fuentes de información fiables como parte del tratamiento y autocuidado de salud también será primordial para encauzar su uso.

Clave para crear esa confianza es que el 49% de la población posee confianza general en Internet como fuente de información de salud, si bien esa confianza puede ser beneficiosa para crear un entorno de e-sanidad será muy importante desarrollar filtros y entornos seguros. El estudio muestra también que pese a que la confianza general en Internet es importante, la mayoría de internautas tiene mayor confianza en las páginas avaladas por instituciones o profesionales especialistas.

9.1.3 Redes Sociales

Sólo el 14,7% de las personas tiene mucha o bastante confianza en las Redes Sociales (RRSS) para temas de salud.

La información extraída, tanto de Facebook, Twitter, blogs y micro Blogs respecto al interés de los términos así como sus relaciones, es similar a las búsquedas realizadas por usuarios a partir del buscador de Google.

9.1.4 Aplicaciones Móviles

Otra barrera importante será establecer mecanismos de monetización de servicios de salud online, pues sólo el 6,2% de la población ha comprado productos de farmacia por Internet.

El 84% de los pacientes afirma tener conocimiento de dispositivos/aparatos para el cuidado de la salud en casa o en la vida diaria. Así desde la óptica de los profesionales sanitarios, estos dispositivos contribuyen a que el paciente coopere y se involucre en el control de sus salud (y de sus familiares). Sin embargo, los grupos de profesionales también hablan de una posible conciencia excesiva de la enfermedad.

Sólo el 4,3% de la población utiliza aplicaciones móviles para la gestión de la salud. Sin embargo todos los grupos de debate han expresado una opinión favorable como como mecanismo de control [5]. En el ámbito profesional se aporta un contrapunto, pues aunque se reconoce la existencia de múltiples aplicaciones móviles de seguimiento de salud, sostienen que algunas de ellas sí aportan una utilidad real mientras que otras

confunden al paciente. Otros profesionales apuntaron que pueden ser útiles pero no necesarias. En cualquier caso, consideran que es necesario seguir las pautas indicadas por el profesional más allá de la monitorización.

Si analizamos la utilización de programas informáticos, aplicaciones o dispositivos que dan respuesta y servicio al seguimiento de la actividad física, una vida saludable y el bienestar personal. La población de usuarios que se declara usuario asciende a un 8,6%.

Es importante destacar que casi 4 de cada 10 individuos (37,9%) comparten la información que registran con sus dispositivos y aplicaciones.

Una barrera importante es que sólo en el 4% de los casos el dispositivo o aplicación envía los datos directamente al profesional. Siendo 8 de cada 10 los que transmiten la información de manera verbal.

En cualquier caso, estos resultados ponen de manifiesto la existencia de un amplio terreno por explotar en cuanto a la capacidad de las tecnologías para enviar directamente los datos médicos a los profesionales sanitarios y mejorar así la comunicación entre ambos, que redunde en la producción de diagnósticos más precisos y acertados y expedición de tratamientos con mayor rapidez.

El estudio señala la importancia crucial de contar con organismos o instituciones oficiales que acrediten la validez de las aplicaciones para que los médicos puedan recomendarlas con seguridad y garantías.

Los profesionales consideran que en general, las apps médicas se encuentran todavía en fase de desarrollo y prevén un horizonte temporal de 15 o 20 años para que puedan formar verdaderamente parte del tratamiento.

En el lado del paciente el 51,9% de ellos confirma que la utilización de estas ha evitado visitas innecesarias al hospital o centro de salud, admitiendo un 55,2% de los encuestados estar de acuerdo con que estas tecnologías le han ayudado a mejorar o prevenir problemas de salud.

Servicios como la receta electrónica y la cita por Internet demuestran un gran conocimiento de la sociedad con un 88,7 y 82,2% respectivamente.

Así, el 44,4% de los usuarios ha pedido cita con el médico de cabecera, de familia o pediatra para él o su familia telemáticamente.

9.1.5 Teleasistencia

La tele-asistencia, donde se enmarca las fórmulas de tele-seguimiento, tiene un conocimiento del 84,8% de la población, obteniendo un 85,2% de valoración al grado de mucha o bastante utilidad. El 88,9% consideran que debería prestarse como un servicio gratuito para mayores y dependientes.

Además el 85,8% afirma facilitar la comunicación con los profesionales sanitarios.

9.1.6 Relación Médico-Paciente

Más del 94% de los médicos utilizan el PC en su consulta. Siendo un 80,5% de los ciudadanos los que consideran que el uso del ordenador no impide que el médico les preste una correcta atención.

Al 86% de los pacientes el registro de los datos directamente en el PC les da más seguridad sobre la información sobre su salud. El 86% considera que efectivamente el uso del ordenador les otorga seguridad y control sobre su salud, y orden y claridad sobre la información.

Datos clave:

- El 84% de la población está de acuerdo con que los trámites son más rápidos gracias al uso del ordenador en la consulta.
- Para el 20% de los pacientes el consultar en Internet sobre salud mejora su relación con el médico.
- El 26,8% de los internautas comparte información sobre salud de Internet con su médico.
- El 40% de la población usuaria de dispositivos o aplicaciones para salud afirma compartir dicha información con los profesionales sanitarios.
- **Sólo el 5% de los pacientes afirman comunicarse con su médico a través de los nuevos canales de comunicación.**
- **Según los pacientes, son muy pocos los médicos que recomiendan páginas web, dispositivos o apps a los pacientes (<8%)**

Así el 37,3% de los ciudadanos les gustaría poder comunicarse por correo electrónico con el profesional sanitario, seguido de los blogs o páginas web (36,2%), quedando en último lugar el uso de las redes sociales como medio de comunicación con el profesional sanitario (27,6%)

En cuanto a las recomendaciones, es ligeramente superior el porcentaje de individuos a los que les gustaría que su médico les recomendara dispositivos o apps (38,9%), que el porcentaje que opta por páginas web (36,9%) como herramientas complementarias al tratamiento médico dentro de la consulta.

Con estos datos, se han de tener presentes los objetivos actuales de la relación médico-paciente se centrarían en:

- Ahorrar y optimizar el tiempo por ambas partes.
- Primar la mejora de la calidad de vida del paciente, curarse continúa siendo el principal objetivo pero gana peso el prestar especial atención a las condiciones en las que transcurre su vida.
- Orientar la medicina hacia la prevención y no tanto al tratamiento.
- Concienciar e informar al paciente acerca de su propia salud.

9.2. Anexo 2. Análisis estado del arte.

Este anexo busca recoger un listado de aplicaciones móviles y plataformas web que den respuesta de forma directa o indirecta al problema de representación gráfica de datos antropométricos.

Los resultados se recogen agrupados en el entorno móvil y en el entorno web, así mismo en el entorno móvil se recogerán sub-apartados para los ecosistemas Android y iOS.

9.2.1. Análisis de la disponibilidad de aplicaciones en el mercado móvil

Este primer apartado recoge un listado de aplicaciones móviles objeto del análisis del *market* de aplicaciones de Google, Google Play [12], y de Apple, App Store [13].

Se listan aplicaciones que ayuden al seguimiento del crecimiento y la anotación continuada de las medidas antropométricas.

9.2.1.1. Android

Mi bebé día a día

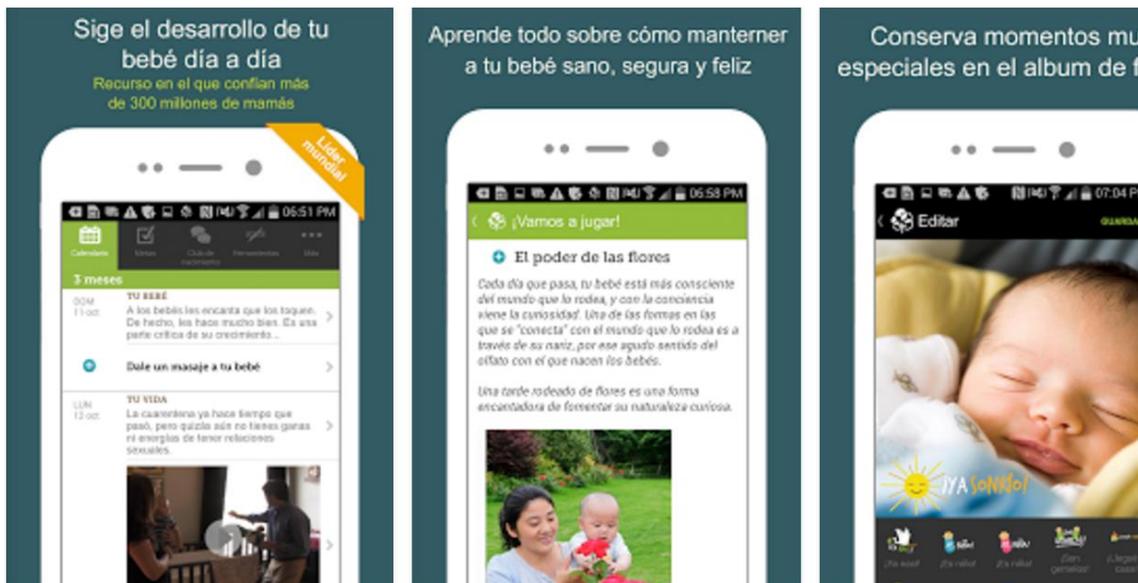


Figura 1 – Imágenes promocionales de la APP Mi Bebé día a día

Nombre

Mi bebé día a día

Descripción Comercial

¿Qué necesitan los nuevos padres? Apoyo, consejos, y también unas risas. Esta aplicación gratuita te acompañará las 24 horas del día durante el primer año de vida de tu pequeño. Incluye un calendario diario adaptado a la etapa de tu bebé, así como listas de objetivos semanales y recordatorios importantes. Mi bebé día a día te ayudará a simplificar tu vida y a ser la mejor madre o padre posible, en cada etapa importante del desarrollo de tu bebé. [14]

Análisis de características

La aplicación solicita el registro de nacimiento del bebé que se quiere monitorizar y ofrece consejos periódicos sobre problemáticas comunes en el desarrollo y crecimiento de los bebés.

El registro de metas permite ofrecer consejos personalizados. Si bien, esas metas son extensas, y recogen diversas casuísticas, no son tan útiles y precisas como el registro de datos explícitos. Por lo que su rigurosidad médica queda en entredicho.

Baby Daybook - daily tracker

Nombre

Baby Daybook

Descripción comercial

Baby Daybook - Seguimiento Diario es una app perfecta para seguir fácilmente las actividades diarias de su recién nacido

- *Conoce cuanto tiempo ha pasado desde la última vez que alimentó a su bebe, si durmió una siesta, cuantos pañales se han cambiado hoy, etc.*
- *Escribe una nota para cualquier actividad (Él bebe vomito la leche mientras lactaba, lloró mientras dormía, disfruto su primer baño, etc.).*
- *Cada resumen diario te permite ver las estadísticas y filtrar las actividades con un simple toque.*
- *Permite el seguimiento de la lactancia materna, extracción de leche, botella (formula), bebida, comida sólida, pañales, sueño, baño y seguimiento de medicamentos.*
- *El seguimiento de múltiples bebés es muy útil para ocuparse de gemelos o incluso para el seguimiento de las actividades de la madre.* [15]

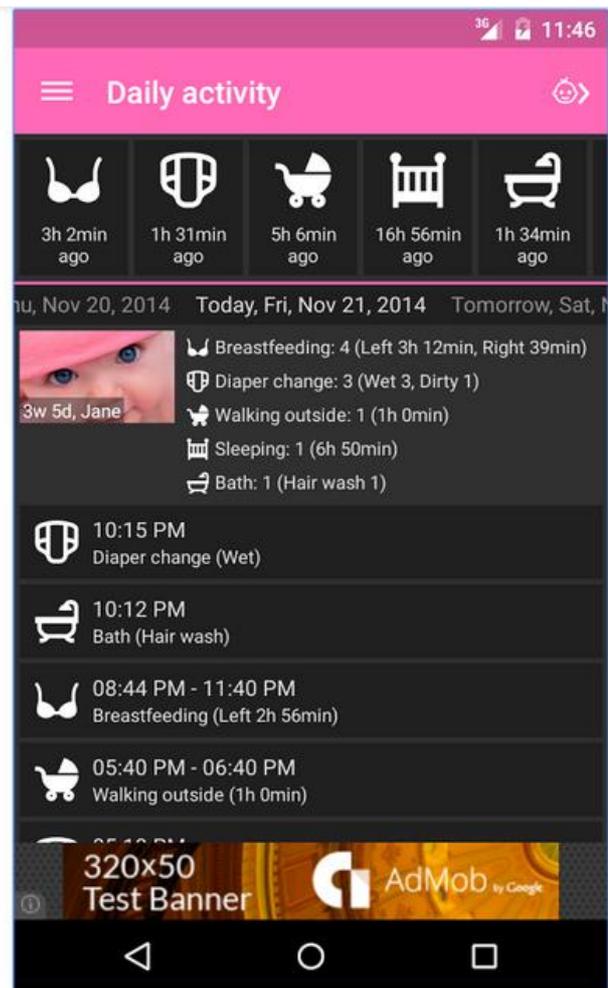


Figura 2- Imagen promocional APP Baby Daybook

Análisis de características

La filosofía de la aplicación recoge el estilo de un diario en formato digital. Busca poder dar respuesta a la recogida de datos concretos, como la toma de lactancia, pero no permite insertar datos antropométricos y actuar en consonancia.

Percentiles de crecimiento

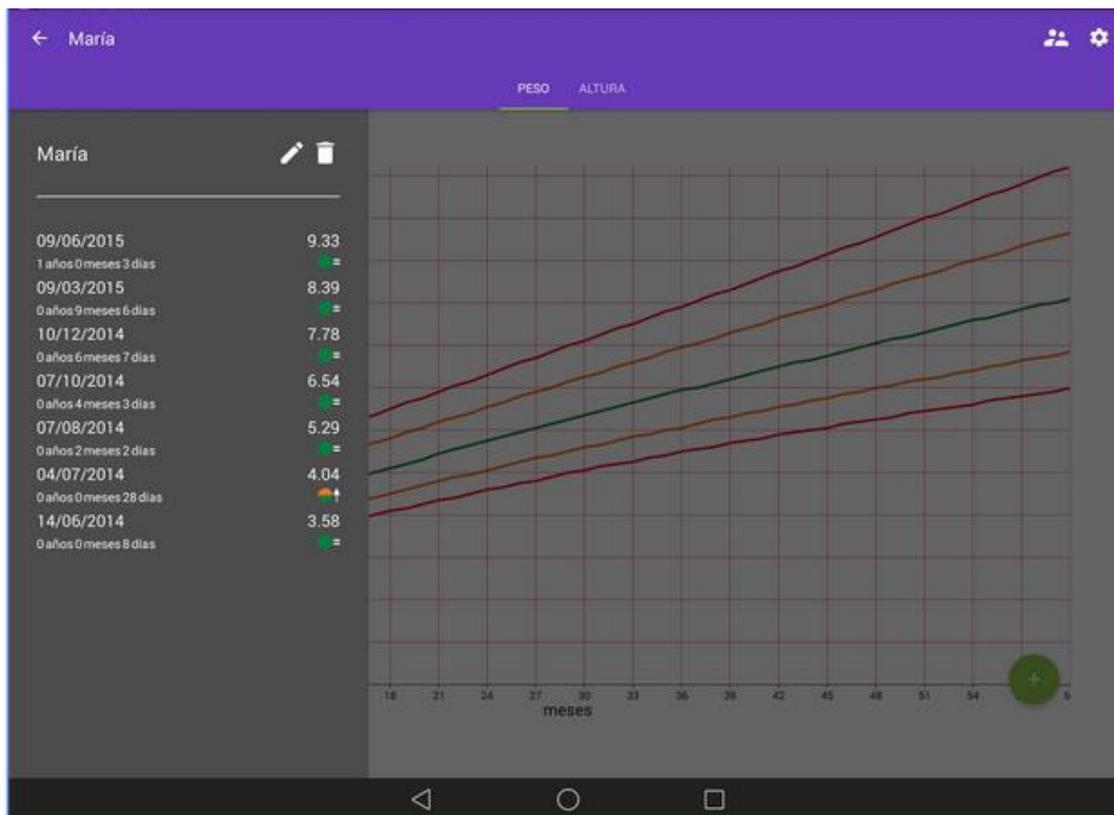


Figura 3 – Captura de la APP Percentiles de crecimiento

Nombre

Percentiles de crecimiento

Descripción comercial

Guarda y visualiza fácilmente las mediciones que hacen a tus hijos en las revisiones médicas o las que puedas hacer por tu cuenta.

En función de los valores introducidos, la aplicación calculará el percentil al que pertenece según los protocolos de la OMS. La aplicación diferencia los percentiles en función del sexo de cada uno de los niños.

Según se vayan introduciendo valores de mediciones, se irá generando una gráfica de evolución del percentil, para que de un vistazo puedas ver cómo ha ido cambiando a lo largo del tiempo. Además, desde la barra lateral, podrás ver el detalle de cada una de las mediciones realizadas. [16]

Análisis de características

El formato de esta aplicación se ajusta más al objetivo de *growin*, si bien su visualización es bastante limitada en dispositivos móviles, pues el manejo de las gráficas está mejor adaptado a dispositivos con un mayor tamaño de pantalla (*tablets*).

Por otro lado, sus datos de referencia son los de la OMS, y si bien estos son datos referenciales válidos no se adaptan de forma correcta a la casuística española. Donde tiene mayor ajuste un estudio regional.

La aplicación también se ve limitada en el número de parámetros a recoger, sólo peso y altura. Así mismo ésta recogida de datos es local y no permite un sincronización con un entorno web.

Patrones de Crecimiento



Figura 4 – Imágenes promocionales de la APP patrones de crecimiento

Nombre

Patrones de crecimiento

Descripción comercial

La aplicación de Patrones de Crecimiento más completa de la Tienda ¡ahora más fácil y simple de usar!

Imprescindible para neonatólogos y pediatras, pero también ¡ideal para que los padres controlen el desarrollo de sus hijos!

Sólo tres pasos: ingrese la fecha de nacimiento, escriba los parámetros, seleccione si es varón o mujer y ¡listo!

¡Vea los resultados en percentiles o puntaje-z sin la necesidad de interpretar las tediosas curvas gráficas!

Obtenga los patrones de crecimiento estándar referidos por la OMS para niños entre 0 y 5 años de edad: Alto/Largo para edad, Peso para edad, Peso para altura, IMC para edad, Perímetro Cefálico para edad, Circunferencia del Brazo para edad, Pliegue Cutáneo Subescapular y Pliegue Cutáneo del Tríceps para edad. Y Altura/Edad, Peso/Edad e IMC/Edad para edades de 5 a 19 años. [17]

Análisis de características

Esta aplicación recoge información antropométrica y ofrece los percentiles acorde a los datos introducidos. Carece de representación gráfica, y por tanto la visualización evolutiva queda limitada a un registro de datos.

Ofrece un número elevado de parámetros de recogida y cumple con las referencias de la OMS, si bien estas quedan relegadas a una validez menor en el territorio español.

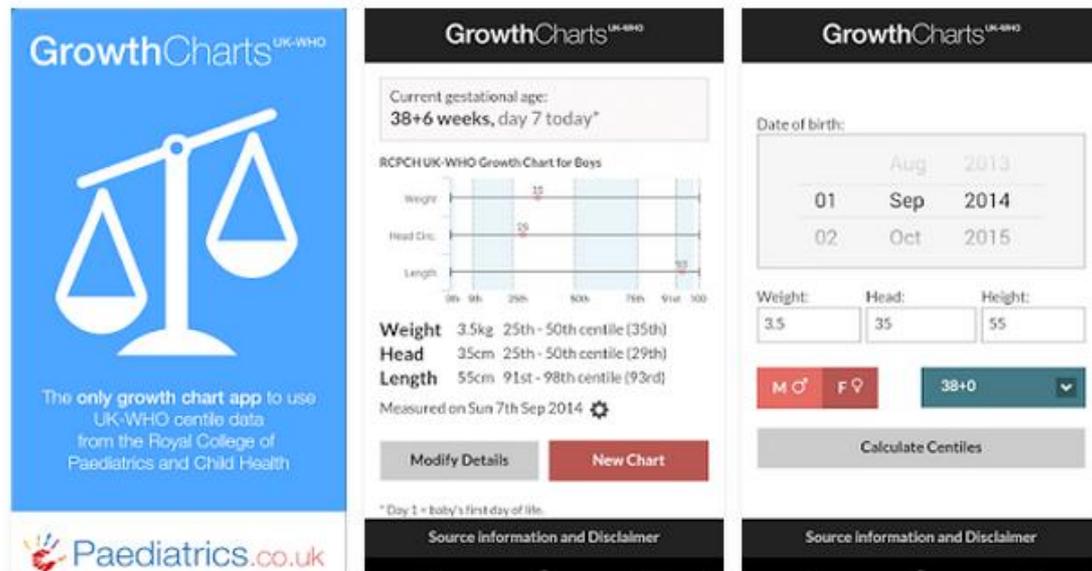


Figura 4 – Imágenes promocionales de la APP GrowthCharts

Nombre

Growth Charts UK-WHO

Descripción comercial

Growth Charts UK-WHO is the first mobile app to use UK-specific growth chart data to help paediatricians and health professionals to calculate growth centiles for babies, infants and children.

Growth centile calculations are often prone to error with paper charts, and this app aims to make this process quicker and more reliable.

Data used in this app has been provided by the Royal College of Paediatrics and Child Health (RCPCH), and is a combination of the Neonatal and Infant Close Monitoring Growth Chart (NICM), the UK WHO 0-4 years growth chart, and the RCPCH UK Growth chart (2-18). [18]

Análisis de características

Es una aplicación enfocada al entorno médico que cuenta con el respaldo de Real Colegio de Pediatras y Salud Infantil del Reino Unido (RCPCH). La aplicación busca ofrecer el cálculo de un percentil con la introducción de datos antropométricos.

Los datos de referencia ofrecidos están provistos por el RCPCH.

Si bien también cuenta con un entorno gráfico, este puede ser confuso para personal no profesional.



Figura 5 – Imágenes promocionales de la APP Babyayuda

Nombre

Babyayuda

Descripción comercial

Sigue la evolución y crecimiento de tu bebé, anota las visitas al pediatra y consulta su programa de vacunas.

Ayuda a tu bebé a dormir con dulces nanas y canciones infantiles acompañadas de relajantes imágenes. También podrás enseñar con tu bebé de un modo útil y divertido los colores y los animales. Guarda las mejores fotos de tu bebé, crea su propio diario y recoge sus anécdotas más graciosas.

Crea tu propia comunidad de mamás con las que compartir experiencias de vuestros bebés e intercambiar mensajes de un modo divertido. Entérate de las últimas novedades en alimentación infantil, gana regalos para tu bebé y participa en atractivas promociones y eventos para mamás. [19]

Análisis de características

El objetivo de análisis de esta aplicación es visualizar una posibilidad comercial, donde dar cabida a la monetización de aplicaciones. Así *Hero* busca realizar un refuerzo de imagen de marca mediante el ofrecimiento de una aplicación de consejos y pequeñas utilidades para los bebés.

Nombre

Lactancia Materna AEP

Descripción comercial

La AEP (Asociación Española de Pediatría), a través de su Comité de Lactancia Materna, lanza esta aplicación con el fin de promocionar la lactancia materna difundiendo conocimientos actualizados sobre el tema.

Podrás acceder a la aplicación como padre, profesional o integrante de un grupo de apoyo.

En ella encontrarás información sobre lactancia materna de manera rápida e intuitiva:

- Recomendaciones generales adaptadas a la etapa del lactante.
- Técnica de lactancia.
- Hábitos recomendables durante el período de lactancia.
- Problemas más frecuentes que se pueden presentar.
- Falsos mitos. [20]



Figura 6 – Captura de la APP Lactancia Materna

Análisis de características

La aplicación resulta interesante como referencia a la hora de ofrecer contenidos. Siendo además un valor diferenciador que dichos datos sean abalados por la Agencia Española de Pediatría.

En contra la aplicación carece de interacción y no oferta un contenido dinámico o un espacio donde registrar evoluciones.

9.2.1.2. iOS

NormalChild: Growth & Medical data for kids



Figura 7 – Imagen promocional de la APP NormalChild

Nombre

NormalChild

Descripción comercial

NormalChild permite a los padres llevar un registro detallado de la evolución de sus hijos. Desde el peso, la altura, perímetro craneal, fotos, tallas, enfermedades, vacunas, alergias e hitos en el desarrollo.

Permite comparar la evolución en el crecimiento con los percentiles poblacionales proporcionados por la Organización Mundial de la Salud. [21]

Análisis de características

Ofrece una buena referencia funcional para entender el registro de datos antropométricos si bien, su interfaz gráfica es compleja de manejar.

Sus datos de referencia son los de la OMS y no tienen integración con una plataforma web.

Parenting Box for Babies and Toddlers



Figura 8 – Imágenes promocionales de la APP Parentig Box

Nombre

Parenting Box for Babies and Toddlers

Descripción comercial

3 handy but easy-to-use tools (baby log, growth chart and checklist) for parents of young babies from 0-36 months.

Baby Log

At early age of your baby, it is hard to remember when's your last feed, or your last diaper change. Some parents end up scribbling on paper. The Baby Log tool allows you to easily track your baby's activities.

Checklist

It is difficult to keep track of things when you have a baby to take care of. We provide you with a simple but easy to use checklist to help you stay on top of your tasks.

Growth Chart

The Growth Chart helps you to keep track of your baby's growth by plotting his weight, height and head circumference, and shows you how your baby measures up against other kids. [22]

Análisis de características

La aplicación destaca por su diferencia a la hora de ofrecer una representación gráfica. En este caso ofrece infografías dinámicas en lugar de gráficos convencionales. Si bien puede ser una buena referencia a la hora de crear un estilo visual sencillo, el alcance del diseño de este trabajo no pretende alcanzar dicho nivel gráfico.

9.2.2. Análisis de la disponibilidad de plataformas web

A continuación se analizan dos plataformas web que permiten la recogida de datos antropométricos.

Percentiles Infantiles

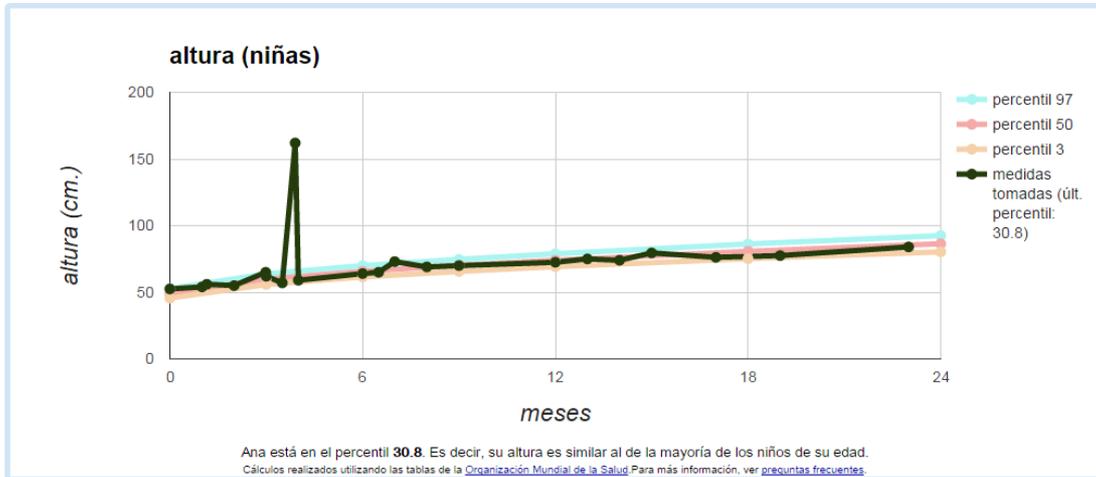


Figura 9 – Imagen promocional de la web Percentiles Infantiles

Nombre

Percentiles Infantiles [23]

Análisis de características

El motor gráfico y la recogida de datos ofrecen una base interesante para analizar las características a desarrollar. Si bien sus datos de referencia vuelven a ser los de la OMS, y su integración móvil no es buena, pues el apartado gráfico no está pensado para este entorno.

Baby Infant Growth Chart Calculator

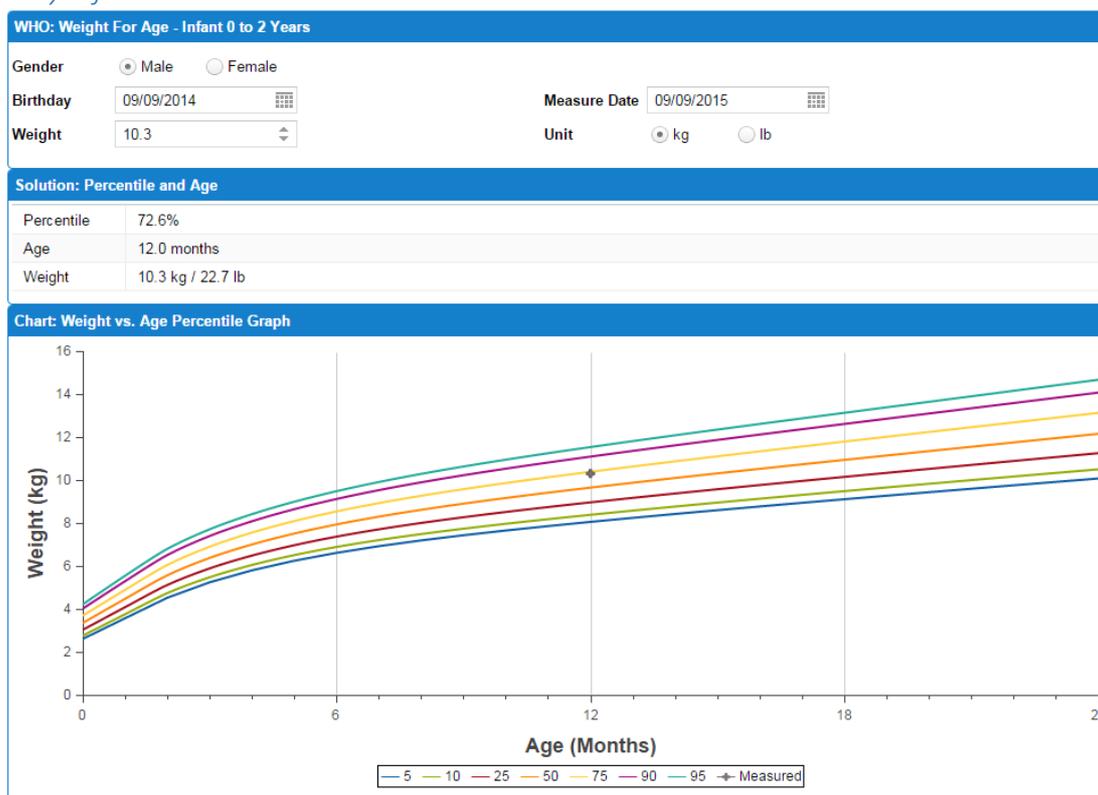


Figura 10 – Captura de pantalla de la web Baby Infant

Nombre

Baby Infant Growth Chart Calculator [24]

Análisis de características

La plataforma ofrece un cálculo de percentiles en relación a unos datos introducidos. Sin embargo no permite gestionar la evolución de estos datos, al no permitirse crear una cuenta de usuario. La interfaz gráfica es sencilla y clara, y puede resultar interesante como base de desarrollo.

Las referencias ofrecidas también son las de la OMS.

9.3. Anexo 3. Librerías gráficas

El siguiente anexo recoge una relación de las librerías gráficas analizadas en mayor o menor detalle, y que finalmente no han sido elegidas para la solución final.

Cada propuesta contiene un nombre comercial, asociado a una referencia bibliográfica, una descripción comercial extraída de la propia herramienta o bien de análisis de terceros [27] [28]

9.3.1. Charts.js

Nombre

Charts.js [29]

Descripción comercial

[Charts.js](#) es una librería con la que puedes crear gráficos simples, limpios y atractivos, es usada tanto por diseñadores y desarrolladores. Entre sus características podemos mencionar que posee 6 tipos de gráficos, no tiene dependencias y es muy ligera. Utiliza el elemento canvas de HTML5 y está disponible en todos los navegadores modernos, incluso brinda soporte a Internet Explorer 7 y 8. Chart.js tiene diseño adaptativo, es modular e interactivo. Es un proyecto Open Source, su código fuente se encuentra en su repositorio de [GitHub](#) [27]



Chart.js

Conclusiones

Chart.js es una librería gráfica sencilla, pero muy limitada ya que sólo cuenta con 6 tipos de gráficos. Así mismo el listado de ejemplos de uso es escaso.

9.3.2. Fusion Charts

Nombre

FusionCharts [30]



Descripción comercial

[Fusion Charts](#) es una librería JavaScript para crear gráficos muy popular, cuentan con más de 22.000 clientes y 500.000 usuarios en 118 países. Tienen 90 tipos de gráficos que funcionan a través de varios dispositivos y todos los navegadores modernos, incluyendo Internet Explorer 6, 7 y 8 utilizando VML. Entre otras bondades, poseen amplia documentación, ejemplos de varios tipos listos para explorar y un [plugin jQuery](#) listo para usar. Es de uso libre para organizaciones no comerciales, para el resto de sus clientes ofrecen una versión de prueba así como varios planes. [27]

Conclusiones

FusionCharts es una librería completa que compite con Highcharts, pero visualmente menos atractiva que este. Así mismo la posibilidad de exportar gráficos renderizados no está disponible.

9.3.3. Epoch

Nombre

Epoch [31]

Descripción comercial

***Epoch** es una librería de gráficos en tiempo real de uso general para la construcción de bellas visualizaciones de gran funcionamiento. Se centra en dos aspectos diferentes de la visualización: gráficos básicos para la creación de informes históricos y gráficos en tiempo real para la visualización de la frecuencia de actualización de datos en series de tiempo. Para los conjuntos de datos grandes y estáticos, ofrecen un conjunto de graficos como de área, barras agrupadas, líneas, circulares y de dispersión. Para la supervisión en tiempo real, usan gráficos basados en Canvas HTML5 como area, barras, manómetro, mapa de calor y de líneas. Recomiendo revisar su [guía rápida](#) para tener una idea de cómo comenzar. Epoch es un proyecto Open Source, puedes ver su código fuente visitando su repositorio en [GitHub](#). [27]*

Conclusiones

Epoch es una librería gráfica limitada, que cuenta con poco tipos de gráficos y además con una representación no muy visual/attractiva desde el punto de vista de la experiencia de usuario (UX).

9.3.4. jQuery Visualize

Nombre

jQuery Visualize [32]

Descripción comercial

Developed by the Filament Group (the fine folks who helped bring us the awesome jQuery UI), jQuery Visualize is a great entry point into the world of dataviz online. jQuery Visualize is by far the simplest and easiest dataviz tool I know of. It simply converts an HTML table into a variety of charts – no need for a data file or anything. If you've used jQuery at all, you can get this up and running in minutes.

- *Visualization Types Supported: Pie Charts, Bar Charts, Line Charts, Area Charts*
- *Data Input Sources: HTML table*
- *Data Output: HTML, Canvas*
- *Styling Options: Parameters, CSS*
- *Type: Javascript library (uses jQuery) [28]*

Conclusiones

La entrada de datos sólo está disponible mediante tablas HTML. Su motor gráfico no permite generar animaciones de carga y la posibilidad de mostrar información sobre los puntos de representación gráfica no está disponible.

9.3.5. Google Charts

Nombre

Google Charts [33]

Descripción comercial

Google Charts Tools es una herramienta libre, fácil de usar y tiene de todo un poco, desde gráficos de líneas simples hasta los mapas de árboles jerárquicos complejos. Su galería proporciona un gran número de tipos de gráficos bien diseñados. Puedes usarlos a través de un sencillo JavaScript que se incrusta en tu sitio. Basta con cargar algunas bibliotecas de gráficos de Google, listar los datos a ser mostrados, seleccionar las opciones de personalización para crear un objeto gráfico con un identificador que tú mismo seleccionas [27]

Conclusiones

Google Charts es una herramienta gráfica de fácil uso aunque limitada en entornos móviles. La necesidad de permitir un zoom ágil en entornos responsive no es óptima.

Existen limitadas capacidades de ajuste de diseño. Otra problemática destacada es la continua actualización que realiza Google sobre las APIs disponibles, forzando a configuraciones pautas por Google sin previo aviso [28].

9.3.6. Simile Exhibit

Nombre

Smile Exhibit [33]

Descripción comercial

Exhibit is a very robust and customizable offering. One of its main strengths is a unique approach to rendering the data. In addition to easy-to-use filtering, sorting and search tools, it allows you to use an HTML template (called a “lens” in Exhibit) to be constructed to get everything on the page looking exactly how you want it. It’s almost like a mini-CMS for dataviz where you can access your data through attribute values directly in the lens. For projects that require a high degree of sensitivity to look and feel, this extreme level of flexibility for building data visualizations is fantastic.

- *Visualization Types Supported: Line Graphs, Maps, Scatter Plots, Multi-Filterable Lists, Timelines, Timeplots and more...with widgets!*
- *Data Input Sources: JSON, Spreadsheet*
- *Data Output: HTML*
- *Styling Options: CSS*
- *Type: Javascript library [28]*

Conclusiones

Librería muy completa, si bien, los ejemplos disponible dan la idea de que está orientada a la representación de datos visuales (en especial mapas). Requiere una curva de aprendizaje importante.

9.3.7. Javascript InfoVis Toolkit

Nombre

Javascript InfoVis Toolkit [34]

Descripción comercial

Javascript InfoVis Toolkit is a nice suite of tools for creating charts and graphs on a webpage. It features a nice list of supported chart types and introduces some animation features into the mix (e.g. the bars of a bar chart can expand to their size when the chart is loaded – this kind of thing). The animations are nice and can definitely add an extra level of polish to your site. There are also some cool interactive features, like applying a “Filter” to a graph by clicking on it. The graph then just shows the one series you clicked on until you remove the filter. Check out the demos to see more of what this toolkit is capable of.

- *Visualization Types Supported: Area Chart, Bar Chart, Pie Chart, Tree Map, Force Directed, Radial Graph, Sunburst, Icicle, Space Tree, Hyper Tree*
- *Data Input: JSON*
- *Output: Canvas*
- *Styling: Javascript parameters*
- *Type: Javascript Library [28]*

Conclusiones

Tiene tipos de gráficos únicos, si bien la curva de aprendizaje es importante y no permite un avance temporal idóneo para este TFG.

9.3.8. D3.js

Nombre

D3.js [35]

Descripción comercial

Wow, D3.js is cool! I just got lost for a few hours poking around the D3 website and the possibilities seem endless. This tool definitely requires a pretty high level of expertise with Javascript and JSON but it generates some gorgeous, sophisticated charts. Check out the examples.

D3 isn't really like the others. It is not a "ready-to-go" charting tool but rather a framework for drawing data-based elements. The D3 website says it best: "Rather than provide a monolithic system with all the features anyone may ever need, D3 solves only the crux of the problem: efficient manipulation of documents based on data."

And, since you can create SVG graphics, you could use this output anywhere, including print applications. D3 could be the center of a slick web/print publishing workflow for a graph heavy project.

- *Visualization Types Supported: All? The sky's the limit.*
- *Data Input: JSON, GeoJSON, CSV*
- *Output: HTML, SVG*
- *Styling: CSS, Javascript*
- *Type: Javascript library [28]*

Conclusiones

Su compatibilidad con navegadores antiguos es limitada siendo además su curva de aprendizaje importante, por lo que queda fuera del alcance de este TFG.

9.4. Anexo 4. Diccionario de términos

- **Entorno / Plataforma Growin:** Da nombre al ecosistema online donde se recogen las funcionalidades del sistema, tanto gráficas como de procesado y recogida de datos.
- **Usuario básico:** Es la persona que se registra en la plataforma y tiene disponible un acceso a su zona privada. Este usuario tendrá asociados uno o más pacientes.
- **Usuario profesional:** Serán usuarios con permisos de acceso a la zona de administración profesional, desde la cual podrán visualizar los usuarios básicos y sus pacientes asociados.
- **Usuario administrador / Gestor:** Tendrá permisos de gestión administrativa y podrá controlar el acceso del resto de usuarios, así como la gestión global de datos y referencias médicas.
- **Paciente:** Son los niños y niñas asociadas al usuario básico. Cada paciente tendrá ligadas una medidas que representen sus datos médicos.
- **Medidas:** Serán los datos antropométricos referentes a cada paciente.
- **(Tablas) Referencias:** En el entorno *growin* serán referidas a los datos médicos que se desprende de diferentes estudios longitudinales y que darán sentido referencial sobre las medidas de los pacientes.
- **Base de datos:** Solución tecnológica que albergue las referencias, medidas y datos de registro de pacientes y usuarios.

9.5. Anexo 5. Casos de uso

Rol	Caso de uso
Usuario	Crear perfil de usuario
Usuario	Acceder a un perfil de usuario
Usuario	Modificar un perfil de usuario
Usuario	Eliminar un perfil de usuario
Usuario	Crear una ficha de un paciente
Usuario	Visualizar la ficha de un paciente
Usuario	Modificar una ficha de un paciente
Usuario	Eliminar la ficha de un paciente
Usuario	Insertar datos de la ficha de un paciente
Usuario	Modificar datos de la ficha de un paciente
Usuario	Eliminar datos de la ficha de un paciente
Usuario	Exportar datos de la ficha de un paciente
Usuario	Compartir web a través de Facebook, WhatsApp, etc.

Rol	Caso de uso
Gestor	Crear perfil de gestor
Gestor	Acceder a un perfil de gestor
Gestor	Modificar un perfil de gestor
Gestor	Eliminar un perfil de gestor
Gestor	Visualizar una ficha de un paciente
Gestor	Modificar una ficha de un paciente
Gestor	Eliminar la ficha de un paciente
Gestor	Insertar datos de la ficha de un paciente
Gestor	Modificar datos de la ficha de un paciente
Gestor	Eliminar datos de la ficha de un paciente
Gestor	Exportar datos de la ficha de un paciente