

UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA  
ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE ENXEÑARÍA



## Calendula - Simplificando a xestión terapéutica

MEMORIA  
TRABALLO FIN DE MÁSTER

### Máster en Tecnoloxías da Información

**Presentada por:**  
José Ángel Piñeiro Souto

**Dirixida por:**  
Dr. Paulo Félix Lamas

Santiago de Compostela, Setembro 2016



# Índice xeral

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Contexto . . . . .	1
1.2. Obxectivos . . . . .	2
1.3. Outras solucións . . . . .	3
<b>2. Requisitos do proxecto</b>	<b>5</b>
2.1. Caso de uso . . . . .	5
2.2. Requisitos . . . . .	5
2.3. Organización do traballo . . . . .	8
<b>3. Solución proposta</b>	<b>10</b>
3.1. Arquitectura global . . . . .	10
3.2. Arquitectura da aplicación de farmacia . . . . .	11
3.3. Arquitectura da aplicación do paciente . . . . .	13
3.4. Implementación . . . . .	16
<b>4. Probas e validación</b>	<b>21</b>
4.1. Probas . . . . .	21
4.1.1. Avaliación técnica . . . . .	21
4.1.2. Avaliación de expertos . . . . .	22
4.1.3. Avaliación con usuarios . . . . .	22
4.2. Validación . . . . .	22
4.2.1. Resumo do estudio prospectivo . . . . .	23
<b>5. Conclusións</b>	<b>24</b>
<b>A. Exemplos de Folla de Medicación Activa e Plan de Dispensación</b>	<b>27</b>



## Organización do documento

O longo deste documento recóllese os aspectos máis relevantes do desenvolvemento realizado como Traballo Fin de Máster para o Máster en Tecnoloxías de Información da Universidade de Santiago de Compostela. O documento divídese en 5 seccións nas que se presentan: o problema a resolver, o seu contexto e os obxectivos da solución proposta (1); os requisitos que deberá cumprir a solución desenvolvida (2); a arquitectura e implementación da proposta realizada para dar resposta a eses requisitos (3); as probas e a validación levadas a cabo sobre ela (4); e finalmente algunhas conclusións e posibles liñas de traballo futuro (5).

### 1. Introducción

O problema que motiva a realización deste proxecto é a falta de adherencia á mediación. A continuación comentaranse algúns dos factores que favorecen este problema e as estratexias que se teñen estudado ata o momento para atallalo, e finalmente presentarase unha proposta propia que aborde unha serie de aspectos que aínda non foron resoltos ou poden ser mellorados, todo elo no marco do Servizo Galego de Saúde.

#### 1.1. Contexto

A pesar de que nas últimas décadas se teñen conseguido grandes avances diagnósticos e terapéuticos, e se ten invertido moito tempo e recursos na mellora da eficiencia e da seguridade dos medicamentos, obsérvase como na maioría de enfermidades non se acadan os resultados esperados, sobre todo cando se trata de pacientes crónicos ou pluripatolóxicos (hipertensión, EPOC, insuficiencia cardíaca, diabetes,...). A causa principal a que habitualmente se atribúe este feito é a baixa adherencia dos pacientes. A adherencia [1] é un concepto amplo que engloba diversos aspectos tales como a colaboración entre médico, farmacéutico e paciente, a comprensión e o cumprimento do tratamento prescrito por parte deste último, ou o carácter voluntario das accións que debe levar a cabo para garantir o cumprimento das prescricións.

Porén, existen diversos factores que favorecen o incumprimento[2], e que teñen que ver co propio paciente, co réxime terapéutico, coa enfermidade, co entorno familiar e por suposto coas estruturas e o persoal sanitario [3].

Nos últimos anos téñense presentado numerosas estratexias para a mellora da adherencia[4, 5, 6] que se centran en abordar un ou varios dos factores implicados, cada unha delas con maior ou menor grao de aplicabilidade real. A continuación lístanse algunhas delas a modo de resumo:

- Estratexias técnicas: simplificación do réxime terapéutico, doses menos frecuentes, fórmulas de liberación controlada, combinación de fármacos.
- Estratexias educativas: información médica na consulta, dispensación informada, educación sanitaria.
- Estratexias conductuais: sistemas personalizados de dosificación (SPD), sistemas de recordo horario (alarmas, aplicacións móbiles, chamadas telefónicas,etc.).

- Tratamento con observación directa (TOD): intervención dunha terceira persoa que observa directamente a toma da medicación.
- Estratexias de apoio social: axuda domiciliar, terapia familiar, grupos de apoio.
- Estratexias dirixidas a profesionais: información, cursos ou recordatorios ós profesionais sanitarios.

De todas elas, unha das estratexias de mellora que se considera máis prometedora é a dos sistemas de recordatorio horario, posto que basea a súa eficacia en que o esquecemento é unha das principais causas de incumprimento [7, 8], debido a que en parte é consecuencia doutros factores como o número de medicamentos, a frecuencia do tratamento ou a interferencia na vida diaria do paciente.

Xunto con esta, resulta crucial a aplicación de estratexias educativas e a mellora da comunicación entre os diferentes participantes (paciente, cuidador, farmacias, centros de atención primaria, centros hospitalarios, urxencias,...), aínda que isto non sempre é así, sendo o paciente en última instancia quen resulta máis prexudicado.

No Servizo Galego de Saúde[9] atopamos un claro exemplo, o sistema de receita electrónica (e-Receita)[10], algo sen dúbida necesario e cunha morea de vantaxes, que pon en contacto a moitos dos actores antes nomeados, pero que en algúns casos favorece a aparición de problemas ata o momento inexistentes, como son os relacionados coas datas válidas de recollida dos medicamentos en farmacia e a súa caducidade. Por outra banda, aínda que este sistema almacena información detallada sobre o acceso ós fármacos por parte dos pacientes (medicamentos prescritos, pautas de medicación, datas de recollida, etc.), iso non significa que o paciente teña acceso a ela a través de vías que lle permitan usala en beneficio da súa saúde. Este feito resulta especialmente significativo cando ese almacén de información é o único lugar no que aparece toda a medicación do paciente, sexa esta prescrita polo seu médico de cabeceira ou resultado dunha visita a urxencias, sobre todo cando no punto de acceso do paciente á súa medicación, a farmacia, existe persoal sanitario profesional que perfectamente podería facerlla chegar de xeito comprensible. Porén, actualmente o persoal de farmacia atópase infravalorado e levando a cabo tarefas que en moitos casos se limitan á dispensación, desaproveitando así os seus coñecementos e capacidades para provisión de asistencia directa ós pacientes ou incluso para a prestación de outros servizos de valor engadido.

Neste escenario, parece razoable pensar que a mellora dos resultados pasa polo desenvolvemento de ferramentas de apoio e autoxestión que sitúen ás farmacias como un elemento clave para a mellora da adherencia e o empoderamento dos pacientes, e promovan estratexias que faciliten unha participación activa no tratamento da súa enfermidade.

## 1.2. Obxectivos

Neste traballo abordarase o problema presentado no apartado anterior. Para iso, partírase das posibilidades que ofrece o Servizo Galego de Saúde, por ser este aquel no que se identificaron unha serie de problemas que parece posible atallar. Á parte diso, tamén é o que ofrece unha interacción máis sinxela de cara á realización dun traballo deste tipo, por razóns de proximidade e accesibilidade.

Como se comentou antes, o sistema de receita electrónica (e-Receita) almacena unha gran cantidade de información sobre o acceso ós fármacos de cada paciente. Actualmente, a única vía pola

que esta información pode chegar ó paciente é mediante a Folla de Medicación Activa (FMA) ou o Plan de Dispensación (PD) (ver Anexo A), dous documentos en formato PDF que tanto o farmacéutico coma o médico poden obter e imprimir a través do sistema de e-Receta, e que conteñen información sobre a medicación do paciente (fármacos, pautas, doses,...) e sobre o calendario de recollida en farmacia de cada un deses fármacos durante os seguintes meses. Na maioría dos casos os usuarios nin sequera saben que existe esta posibilidade e depende do médico ou do farmacéutico que esta información lles sexa facilitada, aínda que legalmente ámbolos dous documentos son propiedade do paciente. Se se combina a posibilidade de que esta información chegue os pacientes nun formato adecuado, coas estratexias de recordatorio comentadas no apartado anterior, xorde un sistema de recordatorio que obtén a información de xeito automático do sistema de e-Receta.

O obxectivo principal deste traballo será o desenvolvemento dunha ferramenta para a xestión persoal da medicación e a mellora da adherencia, integrada na operativa das oficinas de farmacia a través da Folla de Medicación Activa e do Plan de Dispensación. Este obxectivo descomponse nos seguintes obxectivos específicos:

- Extracción automática da información contida na FMA e no PD.
- Xestión de pautas de medicación.
- Busca de medicamentos e xestión de botiquín.
- Avisos e recordatorios de toma de medicación.
- Calendario e recordatorios sobre recollida de medicamentos en farmacia.

Como obxectivo secundario, propónse a realización dun deseño de estudio piloto que permita avaliar a capacidade da ferramenta desenvolvida para a mellora da adherencia.

Por último, á hora de levar a cabo o desenvolvemento terase en conta en todo momento que se está a tratar con información sensible de carácter médico, e poñeranse en marcha as medidas precisas para garantir a seguridade de toda a información utilizada, así como cumprir coa LOPD.

### 1.3. Outras solucións

Como se acaba de presentar, o obxectivo deste proxecto é desenvolver unha ferramenta de autoxestión integrada na operativa das oficinas de farmacia, de xeito que os pacientes poidan acceder dun xeito o máis cómodo posible á información da súas receitas, e contén cunha aplicación que lles axude a cumprir coa pauta prescrita. A día de hoxe non existen ferramentas que integren esta funcionalidade para un usuario do Sistema Sanitario Galego. As solucións que hai dispoñibles actualmente son de carácter xenérico e céntranse unicamente na función de recordatorios. Aínda que podemos atopar numerosas aplicacións deste tipo, podemos dicir que as máis relevantes son as seguintes:

- Medisafe [11]
- Mango Health [12]
- expertSalud [13]

- Med Helper [14]

O principal problema que presentan tódalas solucións anteriores, despois de analizalas, e incluso sendo das mellores que hai dispoñibles, é que levan a cabo a súa labor de xeito paralelo ós sistemas de saúde, sen que un profesional do sistema sanitario supervise ou asista en ningún momento ós pacientes, algo que dende o primeiro momento se considera fundamental para a elaboración deste traballo. Por outra banda, o feito de que non exista ningún tipo de integración co sistema de saúde, fai que deba ser o usuario quen se ocupe de introducir toda a información precisa para o funcionamento das diferentes ferramentas, e tamén de mantela actualizada, algo que non sempre é doado. Por se forma pouco, na maioría dos casos os mecanismos de introdución desta información (medicamentos, pautas, horarios, etc.) carecen da flexibilidade suficiente como para que diferentes pacientes con multitude de patoloxías poidan beneficiarse dela, axustándoa ás súas propias necesidades.

Outro punto importante a ter en conta en aplicacións que se centran no ámbito da saúde é que en moitos casos non está claro cales son os intereses detrás destas ferramentas. Algunhas delas presentan políticas de privacidade realmente invasivas, solicitan unha gran cantidade de datos persoais, e requiren de conexión a internet para realizar tarefas moi simples para as que, en principio, non debería ser preciso.

Tendo en conta todo isto, dáse por xustificada a necesidade de levar a cabo este proxecto nos termos propostos, debido á ausencia de alternativas usables a día de hoxe, considerando ademais que a consecución dos obxectivos propostos supoñería un resultado cun alto grao de innovación.



## 2. Requisitos do proxecto

Nesta sección comentaranse as necesidades máis relevantes deste proxecto. En primeiro lugar presentarase o escenario de uso que se baralla, a partir do cal será posible entender as necesidades dos diferentes actores involucrados, e extraer un conxunto de requisitos completo e detallado que permitan completar os obxectivos propostos.

Como se presentou na introdución deste traballo, o obxectivo principal é o desenvolvemento dunha ferramenta para a xestión persoal da medicación e a mellora da adherencia, integrada na operativa das oficinas de farmacia a través da Folla de Medicación Activa e do Plan de Dispensación. Afondando na idea presentada no anteproxecto [15], proponse que para acadar este obxectivo esa ferramenta resida no teléfono móbil do paciente, e que este poida usala cando acode á farmacia para obter a información continua en ditos documentos, tal e como se presenta no caso de uso que se mostra a continuación.

### 2.1. Caso de uso

No caso de uso que se presenta aparecen dous actores involucrados, paciente e farmacéutico. O paciente entra na súa farmacia para recoller a súa medicación, e despois de facelo segundo a súa rutina habitual, a persoa que o atende na farmacia obtén a súa Folla de Medicación Activa e o seu Plan de Dispensación en PDF a través do sistema de xestión da farmacia, conectado ó sistema de receita electrónica do SERGAS. Despois, introduce ámbolos dous documentos nunha aplicación dispoñible na farmacia que se ocupa de analizar os documentos, extraer a información de pautas, medicamentos e datas de recollida, e xerar un código QR que contén toda esa información, e que se mostra en pantalla.

O paciente, botando man dunha aplicación que ten instalada no seu teléfono, escanea o código QR da pantalla da farmacia, e toda a información contida nel, orixinalmente dispoñible na FMA e no PD, pasa ó seu móbil. Este proceso lévase a cabo baixo a supervisión do farmacéutico ou farmacéutica que se atopa nese momento na consulta, que o axuda se é preciso realizar algún axuste nas pautas.

O paciente marcha da farmacia cos seus medicamentos, e coa información das súas pautas de medicación actualizada no seu teléfono móbil, e, a partires dese momento, a aplicación será a encargada de avisalo sempre que sexa preciso realizar unha toma, ou cando se achegue a data de recollida dalgún medicamento e este deba acudir de novo á farmacia.

### 2.2. Requisitos

A partires do caso de uso anterior, descríbense a continuación os requisitos que deberá satisfacer o sistema a desenvolver. Dado que o sistema terá dúas partes diferencias, a aplicación do paciente e a da farmacia, os requisitos mostraranse en dous grupos para permitir unha mellor comprensión de cada unha delas.

## Aplicación móbil

A aplicación móbil do paciente deberá satisfacer o conxunto de requisitos que se mostran a continuación.

### Requisitos funcionais

#### Requisito FN.1 Xestión de botiquín

A aplicación contará cun botiquín, no que o usuario poderá introducir os seus medicamentos de forma manual, editalos, ou eliminalos se así o desexa. Á hora de introducir medicamentos no botiquín deberá permitirse indicar, alomenos, o nome do medicamento e a súa presentación (cápsulas, comprimidos, xaropes, etc.)

#### Requisito FN.2 Busca de medicamentos

O usuario terá unha opción que lle permita realizar buscas polo nome dun medicamento ou unha parte del, e a aplicación mostraralle un listado coas coincidencias para que este poida seleccionar unha e engadila ó seu botiquín.

#### Requisito FN.3 Adaptación ós horarios do paciente

A aplicación permitirá que o paciente defina os seus horarios máis comúns para a toma de medicamentos (almorzo, comida, cea, etc.). Isto permitirá vincular a toma de medicamentos a estas rutinas, e evitará ter que introducir varias veces os mesmo horarios.

#### Requisito FN.4 Xestión de pautas

A aplicación contará cun editor de pautas de medicación, que lle permita ó usuario definir, mediante regras simples (repeticións, periodicidade, excepcións, etc.), o calendario de horarios e doses das tomas de cada un dos seus medicamentos.

#### Requisito FN.5 Recordatorios de medicación

A aplicación mostrará recordatorios de medicación ó usuario, en base as pautas definidas por este previamente, indicando que medicamento ou medicamentos se deben tomar, así como a dose correspondente. O usuario contará coa posibilidade de adiar no tempo o recordatorio para recibilo de novo máis tarde, ou cancelalo se así o desexa.

#### Requisito FN.6 Avisos personalizados

A aplicación permitiralle ó usuario personalizar os avisos de medicación, podendo este indicar o nivel de insistencia, intervalos de repetición dos recordatorios, son de notificación, etc. Tamén será posible desactivar por completo os recordatorios.

**Requisito FN.7** Importación mediante QR

Á parte da introdución manual, a aplicación permitirá introducir pautas de forma automática a partir dun código QR. O usuario poderá supervisar este proceso e modificar calquera parámetro adquirido de forma automática. Durante esta importación tamén se obterán as datas de recollida en farmacia de cada un dos medicamentos pautados, se estas están dispoñibles no QR.

**Requisito FN.8** Calendario de recollidas en farmacia

A aplicación contará cun calendario no que sexa posible ver, para cada medicamento, as datas nas que é posible acudir á farmacia e proceder a súa recollida. No calendario tamén deberá quedar claro o estado das recollidas, é dicir, se os fármacos foron retirados da farmacia ou se non o foron, e neste último caso, se aínda é posible recollelos.

**Requisito FN.9** Avisos de recollida de medicación

Ó igual ca cos avisos de medicación, a aplicación notificará ó usuario cando se acerque algunha data de recollida de medicamentos. Neste sentido, a aplicación deberá facilitar a labor do usuario indicando os mellores días para acudir á farmacia, entendendo como mellores días aqueles nos que é posible recoller un maior número de medicamentos, sen que isto ocasione atrasos en recollidas posteriores de ningún deles.

**Requisito FN.10** Consulta de prospectos

A aplicación permitirá que o usuario consulte os prospectos dos medicamentos do seu botiquín, sempre que estes estean dispoñibles na páxina web do Centro de Información Online da Axencia Española de Medicamentos e Produtos Sanitarios. [16].

**Requisitos non funcionais****Requisito NF.1** Interface de usuario

A aplicación respectará as guías e principios de deseño da plataforma sobre a que se desenvolva, co fin de ofrecer unha experiencia de usuario unificada co resto de aplicacións do sistema.

**Requisito NF.2** Seguridade

A aplicación implementará os mecanismos precisos para garantir a seguridade dos datos do paciente, especialmente durante a interacción con outros sistemas, de ser o caso.

**Requisito NF.3** Usabilidade sen conexión a internet

A aplicación deberá ser usable sen conexión a internet, exceptuando aquelas funcionalidades nas que unha conexión de rede sexa completamente imprescindible.

## Aplicación farmacia

A aplicación de farmacia deberá contar coa funcionalidade que se presenta nos seguintes apartados.

### Requisitos funcionais

#### **Requisito FN.11** Lectura da Folla de Medicación Activa en PDF

A aplicación deberá ser capaz de extraer da FMA o listado de medicamentos dun paciente, así como a información relativa á pauta de cada un deles, no caso de existir.

#### **Requisito FN.12** Lectura do Plan de Dispensación en PDF

A aplicación deberá ser capaz de extraer do PD as datas de recollida de cada medicamento, así como a información do estado da recollida: realizada ou pendente.

#### **Requisito FN.13** Exportación de información

A aplicación deberá proporcionar un mecanismo de exportación a través de QR que permita transferir a información da FMA e do PD, unha vez extraída dos documentos en PDF, á aplicación móbil do paciente. O mecanismo implementado deberá garantir a seguridade dos datos durante o transvase de información.

### Requisitos non funcionais

#### **Requisito NF.4** Almacenamento de información

A aplicación non poderá almacenar información contida na FMA ou no PD. Unha vez procesados os documentos, eliminarase calquera rastro deles de xeito que non poidan ser accesibles máis tarde.

## 2.3. Organización do traballo

Neste punto adicaranse unhas cantas liñas a comentar brevemente algúns detalles relativos á organización do desenvolvemento deses requisitos no tempo, así como doutros aspectos que se consideran importantes como a xestión da configuración dos diferentes produtos obtidos durante o desenvolvemento.

### Metodoloxía de traballo

Para a elaboración deste traballo escolleuse unha metodoloxía de desenvolvemento iterativa e incremental, con ciclos de desenvolvemento curtos de unha ou dúas semanas. A razón fundamental para facelo así foi conseguir versións con incrementos de funcionalidade pequenos que poder avaliar con usuarios e profesionais sanitarios sen que iso implicase facer grandes cambios.

**Xestión da configuración**

Para a xestión do código fonte e do resto de documentación relativa a este traballo usouse o software de control de versións Git. No caso da aplicación móbil do paciente, e dado que esta aplicación foi desenvolvida como proxecto de código aberto, usouse un repositorio remoto na plataforma Github[17], permitindo así o acceso ó código fonte e a contribución de terceiras persoas. Para a aplicación de farmacia usouse un repositorio remoto no Gitlab do CITIUS.

### 3. Solución proposta

A continuación farase unha descrición da solución desenvolvida dende unha perspectiva técnica, presentando en primeiro lugar a arquitectura deseñada e afondando a continuación nas diferentes partes da mesma, especialmente en aquelas que se consideran máis importantes.

#### 3.1. Arquitectura global

Neste apartado definirase a arquitectura global da solución desenvolvida. Primeiro farase describindo os diferentes sistemas involucrados, tanto aqueles que xa existen e cos que teremos será preciso interactuar, como os que deberán ser desenvolvidos para acadar os obxectivos propostos. A continuación presentárase unha descrición máis detallada destes, afondando na súa arquitectura máis polo miúdo.

A figura 1 mostra a arquitectura global do sistema, que como xa se adiantou no anteproxecto e tamén ó principio do capítulo 2, estará formada por dúas compoñentes ben diferenciadas: a ferramenta para farmacia (á esquerda da imaxe), e a aplicación móbil do paciente (na parte dereita):

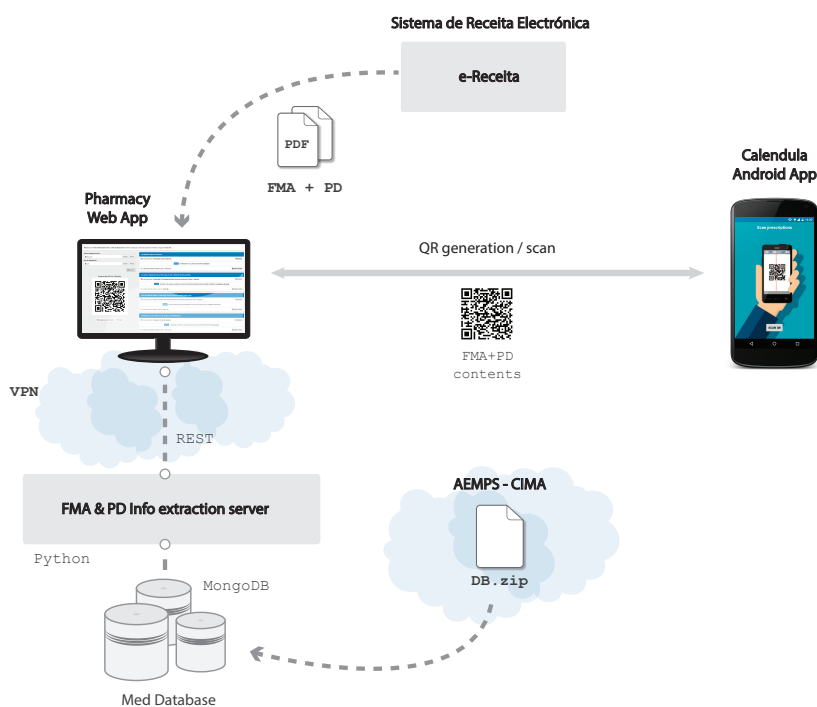


Figura 1: Arquitectura global do sistema

- A ferramenta para farmacia será a responsable de obter a información da FMA e do PD obtidos dende o sistema de e-Receta, e traducila a un formato que poida ser interpretado polo cliente. Estará implementada como unha aplicación web que será accesible unicamente a través da VPN que actualmente conecta as oficinas de farmacia. Esta aplicación apoiárase

nun servidor Python que levará a cabo o procesado dos documentos en PDF, e terá acceso a unha base de datos de medicamentos local para realizar buscas de xeito eficiente. Esta base de datos construírase con información proporcionada pola Axencia Española de Medicamentos e Produtos Sanitarios.

- A aplicación móbil, que estará implementada en Android e que detallaremos a continuación, proporcionaralle ó paciente tódalas funcionalidades descritas no capítulo 2.
- A comunicación entre as dúas partes do sistema levarase a cabo mediante o escaneo dun código QR, xerado pola aplicación de farmacia, que conterá toda a información extraída da FMA e do PD en formato JSON. Deste xeito, a información de pautas e medicamentos do paciente pasará directamente dende o ordenador da farmacia ó dispositivo do paciente sen viaxar pola rede en ningún momento, evitando así comprometer información altamente sensible ante un eventual fallo do sistema.

### 3.2. **Arquitectura da aplicación de farmacia**

Pódese dicir que a aplicación de farmacia, amosada na figura 2, presenta unha arquitectura cliente-servidor típica, cunha parte web que se executará nun navegador, e un servidor que levará a cabo as tarefas de procesado.

- A capa web componse dunha vista que permite subir ó servidor os dous ficheiros a procesar (FMA + PD) e amosar o resultado, en formato QR e tamén textual, unha vez procesados. Para a súa implementación optouse por tecnoloxías estándar como HTML, CSS e Javascript, e fíxose uso das librarías Bootstrap (para compoñentes gráficos predeseñados) e Handlebars (como motor de modelos que permite a reutilización de código HTML). Ámbalas dúas librarías fan uso de jQuery, que ademais se usa para a comunicación co servidor mediante peticións Ajax.
- O servidor, implementado en Python, divídese a súa vez en tres capas:
  - En primeiro lugar temos unha capa de servizos REST que atenden as peticións do cliente web, as envían a algún dos módulos internos para seren procesadas, e devolven a resposta de novo ó cliente. Estes servizos están implementados usando a librería Bottle, que permite facelo simplemente engadindo anotacións sobre funcións Python.
  - A continuación sitúanse unha serie de módulos con responsabilidades ben determinadas que se detallarán máis abaixo.
  - Por último, atópase unha capa de acceso a información persistente, neste caso información de medicamentos almacenada nunha base de datos MongoDB. Esta proporciona mecanismos de conexión e busca nesa base de datos que dan soporte á funcionalidade proporcionada polo resto de módulos.

Internamente, a lóxica do servidor está dividida nos seguintes módulos:

- Módulo de lectura da FMA: É o encargado de ler a Folla de Medicación Activa e extraer a información contida nela, é dicir, medicamentos e pautas.

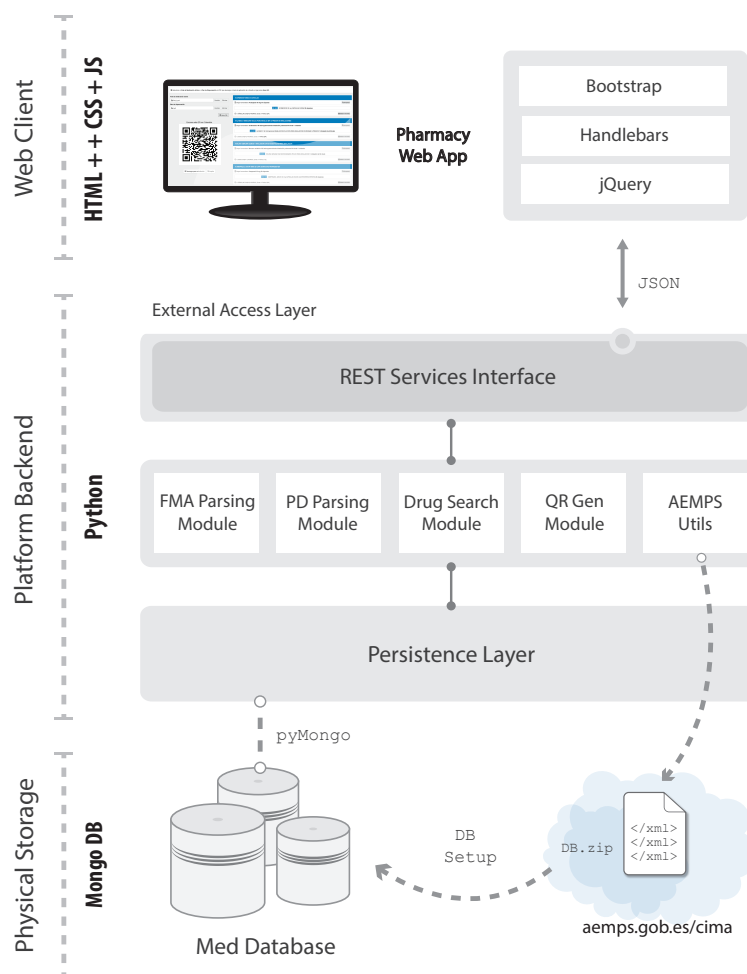


Figura 2: Arquitectura da aplicación de farmacia

- Módulo de lectura do PD: É o encargado de ler o Plan de Dispensación e extraer a información contida nel, é dicir, o calendario de recollida de medicamentos.
- Módulo de busca de medicamentos: É o encargado de facer a asignación entre un medicamento da FMA e un medicamento da base de datos de APEMS, de xeito que non se produzan erros identificando como medicamentos textos que realmente non o son.
- Módulo de xeración de QR: É o encargado de xerar o QR coa información da FMA e do PD.
- Módulo AEMPS: É un módulo auxiliar que permite introducir nunha base de datos MongoDB o catálogo de medicamentos proporcionado pola AEMPS, de xeito que sexa fácil realizar buscas.

Para a implementación do servidor seleccionouse a linguaxe Python debido a que esta linguaxe conta con multitude de librarías que facilitan en boa medida a extracción da información contida nos PDFs, e este é o módulo máis importante do servidor. Python tamén permite o desenvolvemento



de aplicacións web baseadas en servizos REST de forma sinxela, polo que esta decisión non supuxo ningún problema para a implementación do resto de módulos.

A implementación realizada permite que o servidor se despreague de forma autónoma nun proceso propio, aínda que, para aumentar o rendemento e dar cabida a un contexto no que varios clientes poidan estar traballando simultaneamente, tamén é posible despregalo nun servidor Apache. Este despreague implica unicamente configurar Apache para que inicie a aplicación por nós, e non require ningunha modificación de código a maiores.

A figura 3 mostra unha imaxe do aspecto final desta parte da solución, destinada á farmacia.

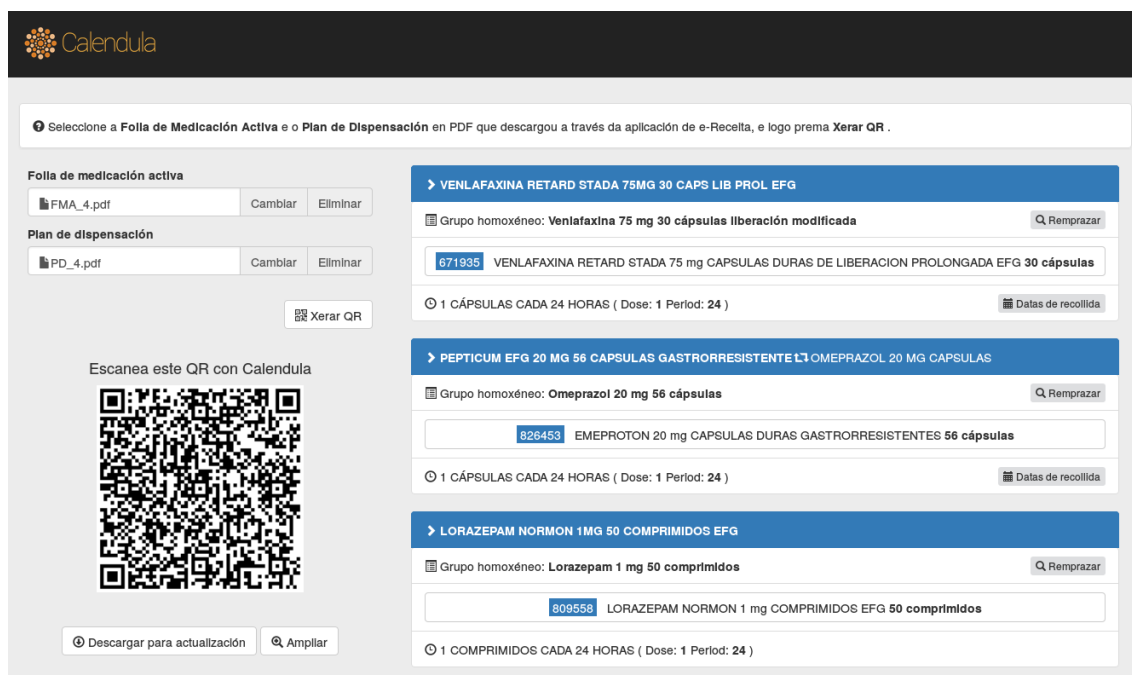


Figura 3: Vista da aplicación de farmacia

### 3.3. Arquitectura da aplicación do paciente

A plataforma seleccionada para levar a cabo a implementación da aplicación do paciente foi Android, principalmente por ser esta a que usan máis dun 80% dos usuarios de dispositivos móbiles[18], aínda que tamén se tivo en conta o feito de que sexa unha plataforma de código aberto, e que permita levar a cabo o desenvolvemento sen ningún tipo de custo. Este feito condiciona en boa medida a arquitectura deseñada, que se presenta na figura 4.

Comezando pola parte superior esquerda, atopamos unha versión resumida do modelo de datos coas entidades do dominio máis importantes: paciente, medicamentos, pautas, recollidas, etc., así como as relacións entre elas. Non afondaremos demasiado neste punto, pois son entidades e relacións facilmente comprensibles. Estas entidades están implementadas como clases Java, e están anotadas con anotacións da librería ORMLite, o que facilita a súa persistencia nunha base de datos SQLite no propio dispositivo móbil. Esta librería permite especificar de xeito sinxelo, a través de anotacións, como queremos almacenar cada unha das clases, así como os seus atributos, e as relacións entre

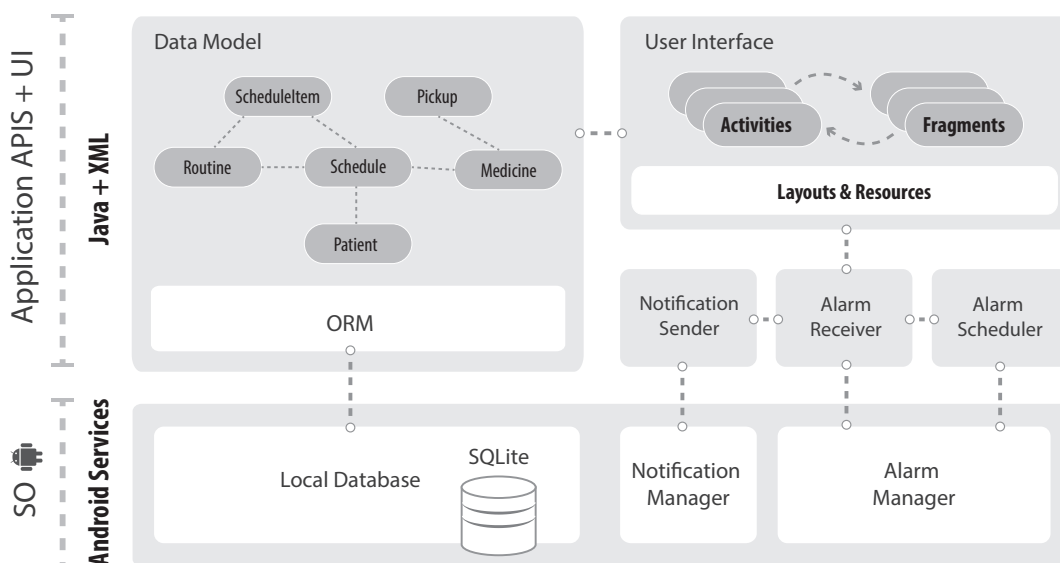


Figura 4: Arquitectura do cliente

as diferentes entidades do modelo, e tamén proporciona unha API que permite realizar consultas, edicións e insercións de xeito eficiente.

Á dereita temos os compoñentes que representan a interface. En Android, estes compoñentes chámanse *Activities*, e poderíamos describilos de forma simple como pantallas visibles para o usuario, coas que este interactúa. As vistas complexas descompóñense en *Fragments* (anacos de interface que poden ser reutilizados en varias *activities*), e tanto as *Activities* como os *Fragments* atenden a un esquema MVC (Modelo Vista Controlador), onde a estrutura da interface se define en ficheiros XML, e o comportamento en clases Java que herdan da clase *Activity* ou *Fragment* respectivamente.

En Calendula, as *Activities* máis importantes son:

- **HomeActivity:** Representa a vista principal da aplicación que se mostra ó inicio. Está formada por catro *Fragments* que representan a vista da axenda diaria, a vista de rutinas, a vista de botiquín, e a vista de pautas, respectivamente. Esta é a vista que permite iniciar o resto de *Activities* da aplicación.
- **SettingsActivity:** É a vista de configuración de Calendula, onde se poden establecer axustes sobre a configuración de alarmas, intensidade, sons, duración dos avisos, repeticións, etc.
- **SchedulesActivity:** Esta vista permite a edición de pautas. Está formada por tres *Fragments* que permiten a selección dun medicamento, a configuración da pauta e a visualización dun resumo previo a confirmación dos cambios.
- **ScanActivity:** Esta vista está destinada a realizar a lectura do código QR para a importación de pautas.
- **CalendarActivity:** Permite visualizar o calendario de recollida de medicamentos en farmacia, así como o estado de cada unha das recollidas.

- ReminderActivity:** É a vista que se amosa cando é preciso tomar algún medicamento. Nela aparece a lista de medicamentos que se debe tomar, coa súa presentación e as doses indicadas. Esta vista ofrece tamén a posibilidade de cancelar ou adiar a notificación para máis tarde.

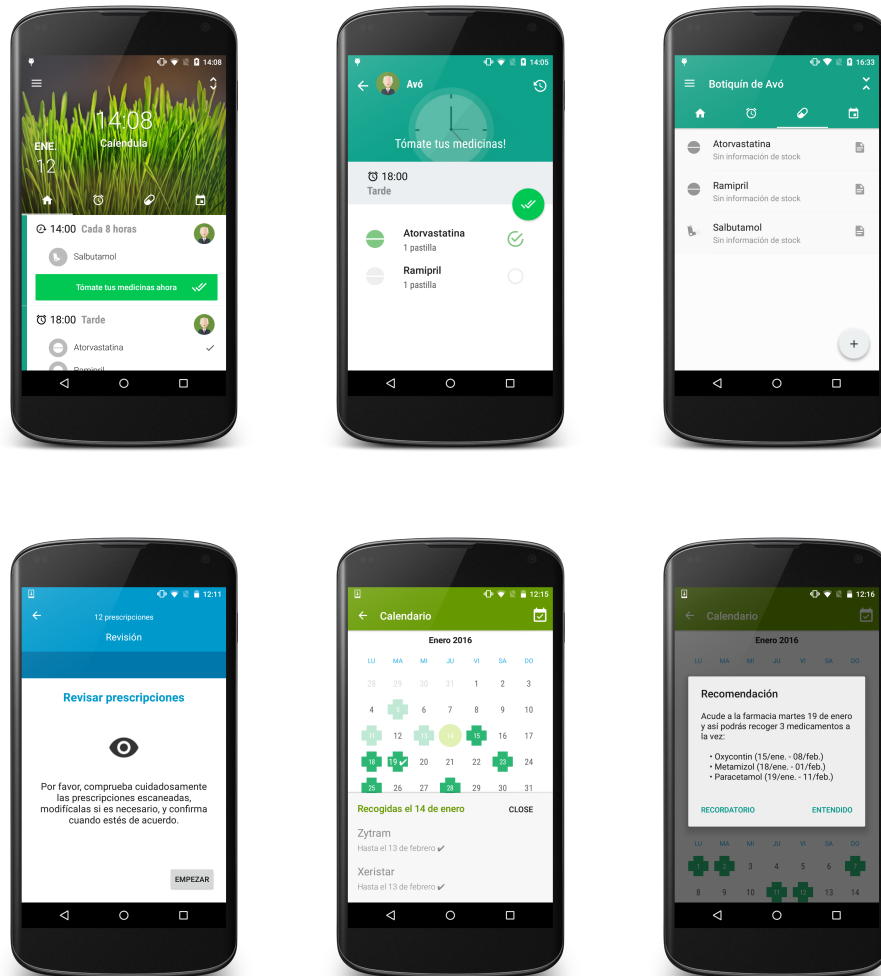


Figura 5: Vista inicial coa axenda do día (1), vista de aviso e confirmación de toma de medicación (2), vista de botiquín e consulta de prospectos (3), vista de revisión de pautas escaneadas (1), vista de edición manual de pautas (2), e vista de calendario de recollida de medicamentos en farmacia (3)

Estes compoñentes da interface interactúan cunha serie coas APIs de Android ou con outros módulos de Calendula para levar a cabo as diferentes accións que o usuario desexa realizar. Os máis importantes son o de persistencia, xa comentado, e os que se encargan da xestión de alarmas e notificacións ó usuario:

- AlarmScheduler:** É o encargado de establecer as alarmas de aviso sempre que se producen cambios nunha pauta. Para iso fai uso da API AlarmManager de Android, que deriva esta

tarefa ó sistema operativo para que este avise á nosa aplicación cando se cumpre a hora indicada.

- **AlarmReceiver:** É o encargado de recibir as alarmas do sistema operativo a través da API AlarmManger e comprobar se se trata dunha notificación, dunha repetición de aviso, dunha alarma perdida, etc. así como de levar a cabo as tarefas oportunas para avisar ó usuario se é preciso.
- **NotificationMgr:** A súa responsabilidade é amosar as notificación de medicación. Para elo recupera a información precisa da base de datos e compón unha notificación indicando o medicamento ou medicamentos que se deben tomar, así como as doses oportunas en función da pauta de cada un deles. Este módulo usa internamente a API de notificación de Android (NotificationManager).

Na figura 5 móstranse algunhas vistas que representan o resultado final de todo o que se acaba de comentar.

### 3.4. Implementación

Neste apartado comentaranse algúns aspectos do desenvolvemento que se consideran relevantes, que supuxeron algunha dificultade, ou que poden merecer algún tipo de aclaración máis aló do xa comentado nos parágrafos anteriores.

#### Lectura de FMA e PD

A lectura automática da FMA e do PD en PDF é unha das características máis importantes desta ferramenta, e a súa implementación, como xa se comentou, está realizada en Python. Para levar a cabo esta lectura, que se fai de xeito independente para cada documento, lévanse a cabo os seguintes pasos:

- En primeiro lugar, almacénase o PDF nun obxecto da librería StringIO, unha especie de buffer de caracteres que pode ser tratado como un ficheiro, pero que non precisa ser escrito no almacenamento secundario en ningún momento. Todo o procesado se leva a cabo con estes ficheiros en memoria, e deste xeito non queda rastro dos documentos no disco unha vez rematado o procesado.
- A continuación fíltrase a información de carácter textual que pode ser de interese (nomes de medicamentos, pautas,...). Para poder automatizar este proceso foi preciso realizar en primeiro lugar unha inspección visual dos contidos dos documentos que permitise identificar as etiquetas XML con información de interese, dado que a estrutura interna dun documento PDF pode ser moi variable, incluso para documentos similares a simple vista. Unha vez identificadas, úsase a librería LXML de Python para extraer a información textual.
- Neste punto cóntase cunha secuencia de liñas de texto plano. Algunhas delas aparecen duplicadas sen un patrón moi concreto (debido probablemente a como se realiza a xeración destes documentos), e aínda que para visualizalos iso non é un problema porque as liñas se solapan, neste caso deben ser eliminadas. Polo tanto, elimínanse as liñas duplicadas consecutivas (non o resto, pois podería haber dous medicamentos coa mesma pauta).

- A continuación, mediante unha máquina de estados simple, procésase cada unha das liñas, identificando se se trata do nome dun medicamento, dunha pauta, dun prezo, etc. Cando se identifican tódolos atributos dunha prescripción, gardase e pásase á seguinte.
- Unha vez procesada toda a folla, búscase na base de datos de medicamentos cada unha das prescripcións para asegurarnos que a lectura se fixo de xeito adecuado.

Unha vez escaneados os dous documentos, agrúpase a información de pautas extraída da FMA e a información de datas de recollida extraída do PD, e xérase un documento JSON con toda ela.

### Compresión de códigos QR

A introdución da información obtida da FMA e do PD nun código QR non é algo trivial, debido principalmente á capacidade destes, que non supera uns poucos centos de bytes. Isto, para follas cuns cantos medicamentos e datas de recollida pode non ser suficiente. Aínda que existen diferentes versións no estándar QR[19], as que permiten unha maior capacidade non son recomendables para unha aplicación coma esta debido a que resultan en códigos QR demasiado grandes, que son difíciles de escanear e non están soportados en multitude de lectores. A solución pasa por comprimir a información antes de xerar o QR:

- En primeiro lugar o que se fai é substituír o nome do medicamento escaneado polo seu código nacional (un código único de 6 díxitos), e recuperar o resto de información no teléfono unha vez escaneado, usando información da base de datos local. A información sobre as datas de recollida tamén se minimiza utilizando formatos de representación de datas que precisan do menor número de caracteres posible.
- A continuación o JSON resultante comprímese usando gzip, e posteriormente codifícase en base64. Isto último é preciso facelo porque os códigos QR codifican texto, e polo tanto non é posible introducir directamente unha secuencia binaria calquera sen unha codificación previa apropiada.
- A información codificada en base64 úsase para xerar o código QR, mediante a librería QR-Code de Python. Á aplicación móbil, despois de escanearlo, realiza o proceso inverso para obter o documento JSON coa información orixinal.

O feito de conseguir incluír toda esta información no propio QR evita ter que despregar unha infraestrutura máis complexa para enviar a información ó móbil, e ó mesmo tempo garante o cumprimento da LOPD, posto que esta información pasa directamente da pantalla da farmacia ó teléfono do paciente, sen viaxar pola rede en ningún momento.

### Xestión da base de datos AEMPS

A base de datos da Axencia Española de Medicamentos e Produtos Sanitarios, dispoñible no seu Centro de Información Online, é unha colección de ficheiros XML con información de medicamentos. Para este proxecto precísase facer uso dese listado de medicamentos en dous ámbitos diferentes: soporte ó escaneo da FMA, como xa comentamos, e busca de medicamentos na aplicación móbil. Porén, este formato non é adecuado para ningún dos dous escenarios, en primeiro lugar, porque hai algúns ficheiros da base de datos que ocupan máis de 80mb, o que descarta totalmente a

posibilidade de incluílos nun móbil, e, en segundo lugar, porque as buscas sobre ficheiros xml resultarían demasiado lentas e atrasarían moito a xeración do QR tralo procesado dos PDF.

Por iso, decidiuse implementar unha pequena utilidade que, de xeito automático, descarga a base de datos en XML, e importa o conxunto de medicamentos nunha base de datos MongoDB, onde si é posible realizar as buscas de forma rápida. Ademais, esta utilidade xera tamén un ficheiro CSV dunha versión moi reducida e comprimida da base de datos, 2.5mb nos que se inclúen unicamente o código nacional, o nome e a presentación de cada medicamento. Este ficheiro empaquétase na aplicación móbil, e con el xérase unha base de datos SQLite durante o primeiro inicio, permitindo así facer buscas sen necesidade de conexión a internet.

### Data de recollida óptima

O sistema de e-Receta establece unha serie de limitacións sobre as posibles datas nas que un paciente pode retirar a súa medicación da farmacia. Por exemplo, un paciente que deba tomar un comprimido diario dun fármaco que se presenta en caixas de 30 comprimidos poderá facer unha retirada ó mes. Supoñendo que a primeira se leve a cabo o primeiro día do mes, as seguintes quedarían planificadas para o primeiro día de cada un dos meses posteriores. Con este calendario establecido, ó paciente permíteselle levar a cabo estas retiradas dende 10 días antes a data fixada, ata 20 días despois.

No caso de que a retirada se leve a cabo nos 10 días anteriores á data fixada polo sistema de e-Receta, as recollidas dos seguintes meses mantéñense invariables. Porén, no caso de que a recollida se realice durante os 20 días seguintes, as datas de recollida dos seguintes meses veranse afectadas, atrasándose tantos días como a diferenza entre o día de recollida real e o día prefixado polo sistema. No caso de superárense os 20 días, a dispensación queda cancelada e non se pode recoller. A maioría dos pacientes non coñecen o funcionamento deste procedemento, e, ante a dúbida, acoden á farmacia case a diario para ver se hai nova medicación dispoñible. Outros, pola contra, como aínda teñen existencias no seu domicilio, non acoden á farmacia ata que xa é tarde, e nese momento non poden retirar a súa medicación.

Por outra parte, este procedemento é independente para cada un dos medicamentos prescritos, o que causa moitas dificultades na xestión das recollidas, sobre todo para aqueles pacientes que deben tomar un bo número de medicamentos.

Para solucionar este problema, a aplicación móbil do paciente implementa un calendario que permite ver as datas de recollida fixadas polo sistema de e-Receta para cada medicamento, indicando cales están recollidas e cales non, e o intervalo de tempo durante o que se poden recoller. Ademais, a aplicación calcula o mellor día para acudir á farmacia de xeito que se recolla o maior número de medicamentos sen ocasionar cambios nas próximas recollidas.

Para iso, lévase a cabo o seguinte procedemento:

- En primeiro lugar, búscase o medicamento coa data de recollida máis próxima. Esta será a data de recollida máis tardía posible, pois a partires dela xa comezaríamos a sufrir modificacións no calendario.
- A continuación, calcúlase o número de medicamentos que sería posible recoller cada día entre a data actual e a data máis tardía.
- Despois selecciónase o día no que é posible recoller un maior número de medicamentos.

- Márcase ese día como día óptimo para recoller a medicación, e, cando este está próximo, notifícase ó usuario.
- O día óptimo indícase no calendario de recollida, xunto cun listado da medicación que é posible recoller na data indicada.

Deste xeito, os pacientes coñecen en todo momento as datas nas que poden retirar a medicación, e, se atenden ás suxestións da aplicación sobre a mellor data de retirada, poden minimizar considerablemente o número de visitas que deben realizar á farmacia, sen que o calendario de recollida cambie.

### **Axuste á rutina do usuario**

Un dos requisitos da aplicación móbil era o de respectar a rutina do usuario, adaptándose ós seus horarios. Para isto, decidiuse introducir na aplicación o concepto de rutina, que representa unha hora do día na que habitualmente se debe tomar algunha medicación. Por defecto inclúense como rutinas as tres comidas do día (almorzo, xantar e cea), posto que na maioría dos casos a inxesta de fármacos está vinculada con elas.

Cada paciente pode indicar as súas propias rutinas, sen ningún tipo de restrición, e logo, ó crear unha pauta, pode vincular de forma moi simple as súas tomas con estas rutinas previamente definidas. Por outra parte, isto permite que Calendula agrupe nunha única mensaxe os avisos de diferentes pautas que coinciden coa mesma rutina (xantar, por exemplo), e o usuario pode ver de forma conxunta os medicamentos que debe tomar a esa hora, no canto de recibir múltiples notificacións por cada un dos medicamentos.

### **Interface de usuario**

O aspecto visual foi un dos puntos que máis se tiveron en conta durante este desenvolvemento, por ser unha das cuestións que máis se valoran cando se trata de aplicacións móbiles, ás veces incluso por riba da funcionalidade. Por iso, decidiuse utilizar a linguaxe de deseño Material Design, proposta por Google. Esta linguaxe comporta o uso dunha serie de elementos visuais, compoñentes, ou patróns de interacción que son comúns entre diferentes aplicacións da mesma plataforma e que axudan ó usuario a familiarizarse rapidamente cunha nova aplicación e a usala de xeito eficaz.

Esta decisión é especialmente importante ó tratarse dun proxecto de código aberto, pois deste xeito establécense uns estándares sobre o aspecto visual que se debe respectar, o que permite a outros desenvolvedores a implementación de nova funcionalidade baixo uns mesmos criterios e mantendo a homoxeneidade da interface.

### **Automatización de tarefas**

Outro aspecto relevante da implementación que se levou a cabo é o alto grao de automatización conseguido para a maioría de tarefas:

- Para o desenvolvemento da web faise uso de Bower para xestión automática de dependencias e versións, algo especialmente complexo no entorno web, debido á multitude de librarías existentes e ás dependencias entre elas. Tamén se usa GruntJS[20] para automatización de outras

tarefas como compilación de ficheiros de código fonte Javascript, compresión e minimización de imaxes, etc.

- Na parte do servidor, implementada en Python, á parte do xa comentado respecto á xeración da base de datos de medicamentos, desenvóléronse varios scripts que permiten despregar a aplicación de forma automática no CloudStack do CITIUS, incluíndo a instalación previa de tódalas dependencias e a configuración dun servidor Apache.
- As probas realizadas, que se comentarán máis adiante, tamén están automatizadas, incluso as que teñen que ver coa interface de usuario.



## 4. Probas e validación

Nesta parte da memoria procederase a presentar a validación do traballo realizada, describindo as diferentes probas levadas a cabo para demostrar a validez dos requisitos presentados no capítulo 2. A continuación comentaremos a proposta de estudo realizada en colaboración co Colexio Oficial de Farmacéuticos da Provincia de A Coruña (COFC)[21] no marco deste traballo, que ten como obxectivo validar a utilidade de Calendula para a mellora da adherencia dos pacientes nun entorno real.

### 4.1. Probas

Neste traballo leváronse a cabo diferentes tipo de probas. Unha avaliación puramente técnica, unha serie de probas ó longo do desenvolvemento con profesionais do entorno sanitario, e tamén unha avaliación con usuarios. Nos seguintes apartados preséntanse os aspectos máis relevantes de cada unha delas.

#### 4.1.1. Avaliación técnica

A avaliación técnica ten como obxectivo garantir que a aplicación desenvolvida está exenta de erros e funciona como se espera. Para iso, implementáronse unha serie de probas unitarias que poden ser executadas de forma automática e permiten comprobar rapidamente se algo non funciona como debería. Implementáronse dous tipos de probas deste tipo:

- En primeiro lugar, probas unitarias destinadas a avaliar a lóxica interna dos diversos compoñentes. Estas probas implementáronse usando as ferramentas de automatización de tests proporcionadas por Android no paquete *android.test*.
- Por outra banda, implementáronse probas sobre a interface da aplicación que, tamén de xeito automático, permiten simular a interacción dun usuario coa aplicación e comprobar que o fluxo da mesma é o adecuado. Para a implementación deste tipo de probas botouse man da librería Espresso de Android, que permite facelo de xeito relativamente sinxelo.
- Respecto á aplicación para farmacia, leváronse a cabo probas manuais para garantir que a lectura dos documentos en PDF funcionase correctamente. Para iso, utilizouse un conxunto de 20 documentos de proba en PDF proporcionado polo departamento técnico do COFC, especialmente deseñado para este fin, con follas que conteñen medicamentos similares, poden estar en Galego ou Castelán, ou non conteñen tódolos atributos. Ademais, fíxose uso de outro conxunto de follas propio, procedentes de pacientes reais e pertinentemente anonimizadas, que foron cedidas por eles mesmos como contribución ó desenvolvemento do proxecto.

Tódalas probas descritas neste apartado leváronse a cabo nun entorno de probas no CITIUS, coa configuración que aparece a continuación:

- Aplicación web para farmacias despregada nunha máquina virtual do cloud, correndo nun servidor Apache.
- Aplicación móbil instalada en 3 dispositivos coas seguintes características:

- LG Nexus 4 con SO Android 4.4
- One Plus X con SO Android 5.1.1
- Motorola Moto G con SO Android 5.0

As probas relativas á aplicación de farmacia foron repetidas en varias oficinas de farmacia, trala correspondente aprobación do COFC para permitir o acceso á aplicación web dende a VPN que as conecta.

#### 4.1.2. Avaliación de expertos

Dende o inicio do proxecto mantívose unha estreita colaboración con profesionais do entorno farmacéutico, especialmente cunha farmacéutica Eva Núñez Pérez. Tamén foi activa a colaboración co Colexio Oficial de Farmacéuticos da provincia da Coruña, que dende o primeiro momento se mostrou interesado no proxecto, facilitou o contacto con farmacias e incluso puxo persoal da súa área técnica á disposición do proxecto, o que foi de gran axuda para comprender o funcionamento das ferramentas utilizadas nas oficinas de farmacia, e tamén durante a discusión do modelo de integración coas farmacias, asegurando que en todo momento se cumpría coa lexislación vixente respecto a protección de datos de carácter persoal.

A súa participación no desenvolvemento e a súa constante avaliación supón unha das maiores garantías sobre o traballo realizado.

#### 4.1.3. Avaliación con usuarios

Durante o desenvolvemento contouse coa participación de varios pacientes reais, que foron (e seguen sendo en varios casos) usuarios de Calendula. As súas opinións e comentarios foron tidos en conta en todo momento e resultaron de gran axuda para a implementación de algunhas funcionalidades, especialmente as relativas a configuración de alarmas e a flexibilidade das pautas que se poden definir.

Por outra parte, a aplicación móbil estivo dispoñible en Google Play dende o primeiro momento, de xeito que calquera usuario puidese descargala e probala. Google Play conta cun sistema de seguimento e reporte de erros, o que permitiu detectar e corrixir unha serie de erros que dificilmente poderían ser identificados no entorno de probas, debido en boa medida á existencia de múltiples versións da plataforma Android (con APIs lixeiramente diferentes) e tamén a implementacións propias de algúns fabricantes. Este proceso de refinamento permitiu dotar á aplicación dunha gran estabilidade.

## 4.2. Validación

O feito de proporcionarlle ó paciente unha ferramenta como Calendula pode supoñer unha maior adherencia, posto que lle permite autoxestionar de xeito cómodo as súas pautas terapéuticas, lle recorda cando debe tomar a súa medicación, e lle avisa cando é preciso acudir á farmacia para non ter problemas coas datas de recollida. Todo isto, cunha configuración de avisos personalizada e adaptada á súa rutina diaria.

Para comprobar se este suposto se traslada á realidade, desenvolveuse, en colaboración co Colexio Oficial de Farmacéuticos da Provincia de A Coruña, unha proposta de estudio prospectivo que permitiría realizar dita avaliación con pacientes reais.

No seguinte apartado preséntase un breve resumo da memoria do estudio [22], que foi aprobada polo Comité Ético de Investigación Clínica de Galicia [23].

#### 4.2.1. Resumo do estudio prospectivo

O obxectivo principal do estudio é determinar se o uso de Calendula contribúe a unha mellora significativa da adherencia á medicación dos pacientes. Como obxectivos secundarios, propónse avaliar a influencia de Calendula noutros aspectos relacionados coa administración de medicamentos, como a variación no número de recollidas fóra de prazo, ou no número de visitas innecesarias á farmacia, ademais de medir a satisfacción dos usuarios (pacientes e farmacéuticos) coa ferramenta.

O estudio, proposto para ser executado cunha duración mínima de 4 meses, segue un modelo prospectivo, aleatorio e comparativo entre grupo de intervención (grupo que usará Calendula) e grupo de control (grupo que non usa a aplicación). Os pacientes serán recrutados en diversas farmacias da provincia da Coruña gracias á colaboración do COFC, e será preciso contar con arredor de 70 para a posta en marcha do estudio. Unha vez se comprobe que cumpren os criterios de inclusión e estes accedan a participar mediante a sinatura do consentimento informado, serán divididos de forma aleatoria en dous grupos que se compararán ó remate do proceso.

Para a medición da adherencia os pacientes de ámbolos dous grupos deberán cumprimentar unha serie de cuestionarios deseñados para tal efecto, ó inicio e ó final do estudio. Como medida complementaria, ó inicio do estudio levarase a cabo un recuento da medicación previa almacenada de cada paciente, e o mesmo procedemento se repetirá ó final do estudio coa medicación sobrante. Con esta información, e coa pauta de cada paciente poderase obter un novo indicador que nos dará unha idea da cantidade de fármacos non administrados.

Con cada visita á farmacia rexistrárase tamén o motivo da visita, así como se se retiran ou non medicamentos, e os pacientes do grupo de intervención actualizarán as súas pautas na aplicación móbil antes de abandonar a farmacia. Estes últimos contarán ademais coa axuda de Calendula nos seus domicilios para tomar a medicación, e serán notificados cando deban acudir de novo á farmacia.

Toda a información recollida durante o estudio permanecerá na farmacia e sairá dela totalmente anonimizada nas fichas de datos que se poden consultar no Anexo 1 da memoria do estudio, garantindo así a imparcialidade do equipo encargado de levar a cabo a análise, que non saberá tampouco a que grupo pertence cada un dos individuos.

## 5. Conclusións

O obxectivo do presente Traballo Fin de Máster foi o desenvolvemento dunha ferramenta para a xestión persoal da medicación e a mellora da adherencia, integrada na operativa das oficinas de farmacia a través da Folla de Medicación Activa e do Plan de Dispensación. Esta memoria recolle os aspectos máis importantes das diferentes etapas do desenvolvemento do proxecto, poñendo de manifesto a satisfacción dos diferentes requisitos e o cumprimento dos obxectivos expostos, e dando lugar a un artefacto software completamente funcional. Algúns dos aspectos máis salientables da solución proposta son:

- Proporciónase unha aplicación que permite a calquera usuario a xestión da súa pauta de medicación, poñendo á súa disposición toda a información contida na FMA e no PD dunha maneira comprensible. Esta información era, anteriormente, difícil de obter, interpretar e manter actualizada.
- Proporciona avisos e recordatorios de medicación, útiles para aqueles pacientes que son propensos a esquecerse, ou para os que teñen pautas de medicación complexas ou cambiantes difíciles de recordar.
- Proporciona acceso sinxelo á base de datos da Axencia Española de Medicamentos e Produtos Sanitarios, permitindo facer buscas de medicamentos e consultas de prospectos.
- Resolve o problema dos cambios nas datas de recollida de medicamentos, incorporando un calendario de recollidas personalizado e actualizado con cada visita á farmacia, así como avisos sobre as data de recollida próximas.
- Permite minimizar o número de visitas dos pacientes á farmacia, indicando aquelas datas nas que é posible recoller un maior número de medicamentos sen que isto implique cambios nas seguintes recollidas, algo especialmente importante para aqueles pacientes con dificultades para desprazarse á farmacia, ou que dependen de terceiras persoas para facelo.
- É completamente usable sen o módulo de farmacia, o que permite que calquera usuario, teña ou non acceso o Sistema Galego de Saúde, poida usala para a xestión da súa medicación, introducindo as súas pautas de forma manual.

Debemos tamén poñer de manifesto outros aspectos non puramente funcionais, que dalgún xeito avalan a solución proposta, e remarcan o interese doutros colectivos nos seus obxectivos, como son:

- A colaboración do Colexio Oficial de Farmacéuticos da Provincia de A Coruña durante o desenvolvemento e a súa participación na elaboración dunha proposta de estudio piloto que permita avaliar Calendula como ferramenta para a mellora da adherencia, así como a aprobación da memoria do estudio polo Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC) de Galicia, coas garantías que iso supón.
- O desenvolvemento deste traballo como proxecto de código aberto que, a día de hoxe, conta con varias contribucións externas, entre as que se atopan, por exemplo, a tradución da aplicación móbil a diferentes idiomas.
- A dispoñibilidade da aplicación en Google Play, sen custo algún, para calquera usuario cun dispositivo Android, onde a día de hoxe conta con máis de 500 usuarios de doce países diferentes.

- A presentación deste traballo como demostrador nas segundas xornadas Inside the Lab do CITIUS, onde e as críticas recibidas foron positivas.

Finalmente, cómpre destacar dúas liñas de traballo que se puxeron en marcha recentemente a partires da versión de Calendula presentada neste traballo, que garanten a continuidade do proxecto e reafirman a validez dos obxectivos expostos e das decisións tomadas durante o desenvolvemento:

- En primeiro lugar, a creación dunha versión da aplicación destinada ó seguimento de pacientes oncolóxicos, en colaboración co Servizo de Oncoloxía do Complexo Hospitalario Universitario de Santiago de Compostela (CHUS), que xa está en marcha. Nesta nova versión, a información de adherencia, que na solución presentada neste traballo non sae do dispositivo nin se procesa de xeito algún, envíase a un especialista, xunto cunha serie de síntomas que o paciente pode introducir no mesmo momento que os padece. Isto permite que o especialista faga unha valoración continua do estado do paciente, para así adiantar visitas posteriores ou realizar cambios na medicación que antes só tiñan lugar en intervalos de tempo prefixados, en base a información proporcionada polo paciente en cada visita programada ó servizo sobre eventos que poderían ter ocorrido días ou semanas antes.
- En segundo lugar, pero se cadra o fito máis importante trala realización deste traballo, a aposta do SERGAS pola integración de Calendula na súa carteira de servizos, a través da plataforma e-Saúde, permitindo a comunicación por vía electrónica co sistema de e-Receta. Deste xeito, non será preciso realizar o escaneo da FMA e o PD para proporcionar a funcionalidade actual, o que permitirá axilizar o proceso e prestar novos servizos que ata o de agora non eran viables, incluso sen que o usuario teña que desprazarse á farmacia.

De levarse a cabo con éxito, isto suporía un gran avance para tódolos usuarios do Sistema Galego de Saúde, que polo de agora non contan con ningunha ferramenta semellante, e abriría a porta á implantación de Calendula no sistema sanitario doutras comunidades ou incluso noutros países.

## Traballo futuro

Ademais das dúas liñas de traballo en curso xa comentadas no apartado anterior, contéplanse varias liñas de extensión que permitirán dotar a Calendula de novas características ou mellorar dalgún xeito a funcionalidade actual. As máis relevantes son as seguintes:

- Avanzar nunha versión de Calendula para cuidadores, que permita o seguimento de múltiples pacientes dende o mesmo dispositivo. Esta funcionalidade está practicamente rematada a día de hoxe, pero atópase fóra dos obxectivos deste traballo e foi implementada posteriormente. Isto permitirá que unha persoa poida ocuparse da medicación doutras, o que podería ser de utilidade en lugares coma centros de día ou residencias, ou para aqueles que teñen persoas ó seu cargo.
- Integración de Calendula con BotPlus, a ferramenta de consulta de información de medicamentos desenvolvida polo Consello Xeral de Colexios Oficiais de Farmacéuticos, usada como referencia na maioría de farmacias. Esta ferramenta permite o acceso a todo o catálogo da AEMPS, e a maiores inclúe produtos de parafarmacia, información sobre enfermidades, advertencias e interaccións.

- Incluir un módulo de xeolocalización temporal de farmacias que permita, nun momento determinado, atopar as farmacias abertas máis próximas, complementando así o catálogo de servizos proporcionado por Calendula.
- Intensificar as tarefas de difusión da aplicación, presentándoa a entidades como asociacións de pacientes ou colexios de farmacéuticos para que a avalíen e participen de xeito activo no seu desenvolvemento, propoñendo cambios que permitan mellorar a calidade do servizo proporcionado ós pacientes.

## A. Exemplos de Folla de Medicación Activa e Plan de Dispensación



### Folla de Medicación Activa

<b>Paciente:</b> XX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
<b>Centro:</b> CENTRO SAUDE BRION	<b>Teléfono:</b> 981887701	<b>Urxencias:</b> 061
<b>Médico de cabeceira:</b> XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		

Tratamentos de longa duración		
OMEPRAZOL ALTER 20MG 28 CAPSULAS DURAS GELAT EFG ↪ 1 CÁPSULAS CADA 24 HORAS		Custo Trat/mes: 2.82 €
DIGOXINA KERN PHARMA 0,25 MG 50 COMPRIMIDOS ↪ 1 COMPRIMIDOS CADA 24 HORAS		Custo Trat/mes: 1.67 €
AMLODIPINO 5 MG COMPRIMIDOS <i>Sustituido por</i> AMLODIPINO NORMON EFG 5 MG 30 COMPRIMIDOS ↪ 1 COMPRIMIDOS CADA 24 HORAS		Custo Trat/mes: 1.35 €
ABSORBENTE INC ORINA NOC ANAT: INCOPACK ELASTICO T. GRANDE 80U ↪ 1 ABSORBENTE CADA 8 HORAS		Custo Trat/mes: 51.23 €
ABSORBENTE INC ORINA SUP-NOC ANAT: INCOPACK ELAST T GRANDE 80 U ↪ 1 ABSORBENTE CADA 24 HORAS		Custo Trat/mes: 21.96 €
PRADAXA 110MG 60 CAPSULAS DURAS ↪ 1 CÁPSULAS CADA 12 HORAS		Custo Trat/mes: 98.43 €
PAROXETINA CINFA 20MG 28 COMPRIMIDOS EFG ↪ 1 COMPRIMIDOS CADA 24 HORAS <i>Instruções:</i> Uno con desayuno		Custo Trat/mes: 7.11 €
LORAZEPAN KERN PHARMA 1MG 50 COMPRIMIDOS EFG ↪ 3 y ¼ COMPRIMIDOS CADA 24 HORAS <i>Instruções:</i> Medio con desayuno, medio con comida y dos con cena		Custo Trat/mes: 3.44 €
ABILIFY 5MG 28 COMPRIMIDOS ↪ 1 COMPRIMIDOS CADA 24 HORAS <i>Instruções:</i> Uno con desayuno		Custo Trat/mes: 92.96 €
DEPRAX 100MG 30 COMPRIMIDOS RECUBIERTOS CON PELICULA EFG ↪ 1 COMPRIMIDOS CADA 24 HORAS <i>Instruções:</i> Uno con cena		Custo Trat/mes: 3.43 €

#### Outros Tratamentos

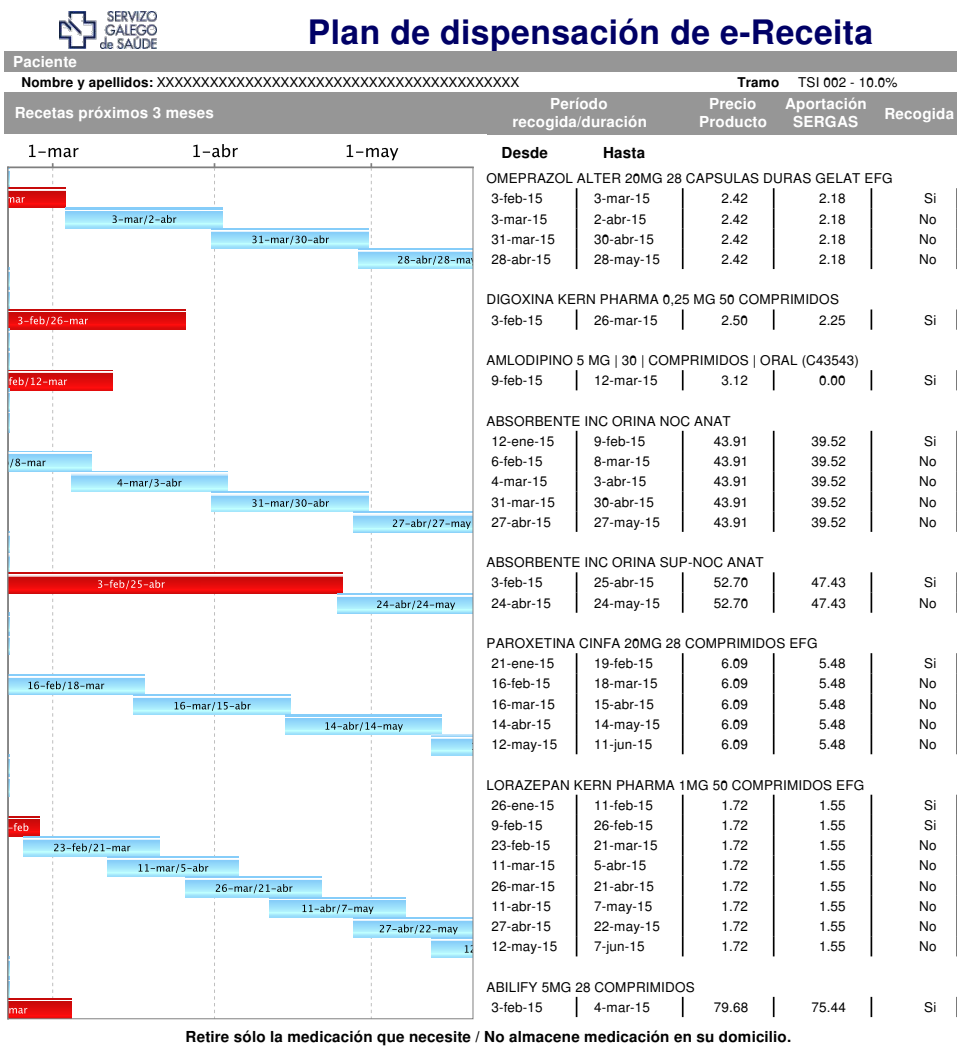
Vostede non ten que voltar para receitas ata: antes do 23/02/2015

*Salvo indicación do seu médico*

-----

Retire só a medicación que necesite / Non almacene medicación no seu domicilio

Figura 6: Exemplo de Folla de Medicación Activa dun paciente real



**Información**

- El plan de dispensación recoge los intervalos de fechas en los que deberá acudir a la farmacia a recoger cada una de las e-Recetas y el tratamiento cubierto (duración) de las e-Recetas ya recogidas.
- La imagen gráfica de intervalos representa los próximos 3 meses de e-Recetas.
- La posterior tabla contiene el resto de recetas para un año.
- Se entregarán tantas recetas como sean necesarias para cubrir un tratamiento de 10 días.
- Todas las cantidades fueron estimadas teniendo en cuenta el precio oficial de los medicamentos y la situación del paciente, sin tener en cuenta el tope máximo de aportación, al día de impresión de este Plan de Dispensación.
- En cumplimiento del Artículo 5 de la Ley Orgánica 15/1999, del 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se le informa que los datos de carácter personal aquí recogidos forman parte de un fichero declarado ante la Agencia Española de Protección de Datos y serán utilizados con la finalidad prevista.

Así mismo, la Conselleira de Sanidade, en virtud de su condición de responsable de los ficheros y según señala el Artículo 9 de la citada ley, garantiza adoptar las medidas de índole técnica y organizativas necesarias que garanticen la seguridad de los datos de carácter personal y eviten su alteración, pérdida, tratamiento o acceso no autorizado, habida cuenta del estado de la tecnología, la naturaleza de los datos almacenados y los riesgos a que están expuestos, ya provengan de la acción humana o del medio físico o natural.

Se garantiza el ejercicio de los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición ante la Secretaría Xeral de la Consellería de Sanidade.

20/02/2015 10:51:06 Página 1

Figura 7: Exemplo de Plan de Dipensación dun paciente real



## Referencias

- [1] Libertad Martín Alfonso. Acerca del concepto de adherencia terapéutica. *Revista Cubana de Salud Pública*, 30:0 – 0, 12 2004.
- [2] John A Bartlett. Addressing the challenges of adherence. *JAIDS Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes*, 29:S2–S10, 2002.
- [3] MA Rodríguez Chamorro, EM Pérez Merino, E García Jiménez, A Rodríguez Chamorro, F Martínez Martínez, and MJ Faus Dader. Revisión de estrategias utilizadas para la mejora de la adherencia al tratamiento farmacológico. *Pharmaceutical Care España*, 16(3):110–120, 2014.
- [4] Sunil Kripalani, Xiaomei Yao, and R Brian Haynes. Interventions to enhance medication adherence in chronic medical conditions: a systematic review. *Archives of internal medicine*, 167(6):540–549, 2007.
- [5] Thomas H Wroth and Donald E Pathman. Primary medication adherence in a rural population: the role of the patient-physician relationship and satisfaction with care. *The Journal of the American Board of Family Medicine*, 19(5):478–486, 2006.
- [6] Frank J Domino. Improving adherence to treatment for hypertension. 2005.
- [7] M Rodríguez. et ál. cumplimiento e incumplimiento terapéutico en el tratamiento antibiótico, 1997.
- [8] Bermejo JM Pérez, Valverde AI Pérez, Ramírez I Ureña, Mohíno MD Hervás, Muñoz C García, and García-Sacedón P Arcediano. [adherence to the treatment in the old people]. *Revista de enfermería (Barcelona, Spain)*, 33(4):16–20, 2010.
- [9] Servizo galego de saúde. <https://www.sergas.es/>.
- [10] SERGAS. Modelo de Receta Electrónica en el Servicio Gallego de Salud e-Receta. <http://www.sergas.es/Docs/InfSal/Resumen%20eReceta%20v1-1.pdf>.
- [11] Medisafe. Medisafe app. <http://www.medisafe.com/>.
- [12] Mango Health. Mango health app. <https://www.mangohealth.com/>.
- [13] ESTEVE. Expertsalud. <http://www.expertsalud.com/>.
- [14] Earth Flare Inc. Medhelper. <http://medhelperapp.com>.
- [15] Jose Ángel Piñeiro Souto. Solicitud de aprobación de anteproxecto: Calendula. Simplificando a xestión terapéutica, 2016.
- [16] Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. <https://www.aemps.gob.es/>.
- [17] Github, How people build software. <https://github.com/>.
- [18] IDC. Smartphone OS Market Share, 2015 Q2. <http://www.idc.com/prodserv/smartphone-os-market-share.jsp>.
- [19] BS ISO. Iec 18004: 2006. *Information technology. Automatic identification and data capture techniques. QR Code*, page 126, 2005.

- [20] James Cryer. *Pro Grunt. js*. Apress, 2015.
- [21] Colegio Oficial de Farmacéuticos de A Coruña. <http://www.cofc.es>.
- [22] CITIUS and Colexio Oficial de Farmacéuticos da Provincia de A Coruña. Estudio prospectivo para la evaluación de la adherencia a la medicación mediante calendula. <https://tec.citius.usc.es/calendula/data/EstudioAdherenciaCalendula.pdf>, 2015.
- [23] Comité Ético de Investigación Clínica de Galicia. <http://acis.sergas.es/>.