

Triage, Sistema de gestión para sala de Guardia Hospitalaria

Néstor Muñoz
Marcia Tejeda

Director: Nicolás Paez
Co-Director: Pablo E. Martínez López

31 de octubre de 2014

Resumen

El presente Trabajo de Inserción Profesional (TIP) fue realizado en el contexto del desarrollo de un sistema para resolver necesidades de la guardia del Hospital Oñativia en Rafael Calzada.

El problema presentado en este TIP es automatizar la recepción en la guardia del Hospital utilizando el método de emergencias conocido como Triage.

La solución propuesta es el desarrollo de una aplicación web que sea accesible desde todos los puntos de atención de las guardias y que permita evaluar los casos que se presentan de manera eficiente y con los mismos parámetros.

Índice

1. Introducción	4
1.1. Sumario	5
2. Planteo	6
2.1. Dinámica de trabajo en el hospital	6
2.2. Requerimientos del cliente	6
2.3. Pantallas y dinámica de uso	7
2.4. Informes	7
3. Diseño e implementación	8
3.1. Tecnologías	8
3.1.1. AngularJS	8
3.1.2. Grails	8
3.1.3. Bases de datos	9
3.2. Metodología de trabajo	9
3.2.1. Resumen del itinerario del proyecto	9
3.2.2. Flujo de trabajo en una iteración	10
3.2.3. Herramientas que utilizamos	10
3.3. Arquitectura	11
3.3.1. Comunicación entre el cliente y el servidor	11
3.3.2. Arquitectura en AngularJS	12
3.3.3. Arquitectura en Grails	12
3.4. Testing	12
3.4.1. Testing unitario	13
3.4.2. Testing de integración	13
3.4.3. Testing funcional	13
3.4.4. Problemas que tuvimos con el testing	13
3.5. Deploy e Instalación	14
3.5.1. Manual de usuario	14
4. Alta, baja y modificación de datos (ABMs)	15
4.1. ABM de síntomas	15
4.1.1. Filtrado del listado	15
4.1.2. Aprendizaje del usuario	16
5. Conclusiones	17

1. Introducción

Actualmente la guardia del H.Z.G.A “Dr. Arturo Oñativia” de la localidad de Rafael Calzada, a cargo del Doctor Luis Reggiani, utiliza el método Triage [1, 2] para la clasificación de pacientes según los síntomas que presenten. Triage es un método de la medicina de emergencias y desastres para la selección y clasificación de los pacientes basándose en las prioridades de atención, privilegiando la posibilidad de supervivencia, de acuerdo a las necesidades terapéuticas y los recursos disponibles. Trata de evitar el agravamiento del diagnóstico del paciente a causa de demora en la atención. Un nivel que implique que el paciente puede ser demorado no quiere decir que el diagnóstico final no pueda ser una enfermedad grave, ya que un cáncer, por ejemplo, puede tener funciones vitales estables que no lleve a ser visto con premura. El triage prioriza el compromiso vital inmediato y las posibles complicaciones.

Hasta el momento todo el proceso de Triage en el hospital se hace en forma manual, lo que implica algunos contratiempos:

- Depender de una persona (o varias) con todo el conocimiento.
- Emplear demasiado tiempo para guardar datos y recolectarlos.
- Obtener diferentes resultados (algunas veces incorrectos), pues diferentes personas usan en ocasiones criterios diferentes para la toma de decisiones.

Según el Dr. Reggiani informatizar el proceso de Triage implicaría una mejora notable en el desempeño de la guardia. Se lograría una estandarización en la clasificación de síntomas, se agilizaría el ingreso y la obtención de datos de pacientes, se mejoraría la atención en general y se distinguirían de una manera más eficaz aquellos pacientes que necesiten una atención inmediata.

En este trabajo proponemos desarrollar y poner en funcionamiento un sistema informático que dé soporte al proceso de Triage en la guardia del H.Z.G.A “Dr. Arturo Oñativia” de la localidad de Rafael Calzada. Dado que el sistema podría incluir muchísimas funcionalidades y al mismo tiempo existe una especificación detallada de los requerimientos, planteamos el proyecto con alcance variable con el compromiso de entrega de un software que resuelva la parte central del proceso de Triage. La idea es que el sistema desarrollado en el contexto de este trabajo sea puesto en marcha y utilizado por la institución promotora.

Dado el contexto en el cual debemos realizar el proyecto, consideramos que lo más apropiado es el uso de una metodología ágil [3]. En este sentido trabajamos con iteraciones de tiempo fijo de una semana de duración y cada incremento del sistema es validado por el Dr. Reggiani quien ocupa simultáneamente los roles de responsable de producto y especialista de negocio.

Concretamente el sistema debe cubrir las siguientes funcionalidades mínimas:

- Recepción de pacientes mediante búsqueda de aquellos que ya fueron atendidos en el hospital e ingreso de los que se atienden por primera vez.
- Toma de impresión visual inicial del paciente.
- Toma de los signos vitales que presenta el paciente: presión arterial (sístole y diástole), frecuencia cardíaca, saturación de O₂, frecuencia respiratoria, temperatura y glucosa.

- Ingreso de los síntomas que presenta el paciente.
- División de los síntomas por categorías (discriminantes) y asociación de prioridades a los mismos.
- Lógica variada para los síntomas, según se trate de un paciente adulto o pediátrico, tanto para los valores de los signos vitales como para las prioridades de los síntomas.
- Emisión de alerta al momento de detectarse un síntoma de prioridad uno, para que se ingrese al paciente de inmediato al shock room.
- Posibilidad de extraer reportes de cantidad de consultas realizadas según prioridad y promedio de tiempo de espera de atención según prioridad.
- Puesta en funcionamiento en cada sala de recepción de pacientes de guardia.

Este informe cuenta nuestro trabajo en el desarrollo, implementación y puesta en funcionamiento de una aplicación web que cubre todas las funcionalidades mínimas detalladas anteriormente y además realiza las siguientes:

- Generación de reportes por paciente a modo de historial de atenciones en guardia con detalle de fecha, síntomas presentados, signos vitales, prioridad asignada y tipo de atención recibida.
- Diferenciación entre usuarios administradores del sistema y usuarios comunes.
- Posibilidad de detallar el tipo de atención recibida por el paciente luego de pasar por el proceso de Triage
- Alta, baja y modificación de pacientes, síntomas, discriminantes de síntomas y usuarios del sistema.

1.1. Sumario

En la sección 2 de este documento hablaremos del planteo del problema: cómo es la dinámica de trabajo en el hospital, cuáles son los requerimientos del cliente y cómo proponemos que sea la aplicación resultante de este trabajo. Luego, en la sección 3 describiremos todas las herramientas tecnológicas utilizadas para el desarrollo así como las metodologías de trabajo implementadas y ampliaremos los detalles de diseño e implementación. Para finalizar, en la sección 4 presentaremos las conclusiones.

2. Planteo

El presente trabajo comenzó con el relevamiento de información mediante reuniones con el Dr. Reggiani, con quien hubo contacto constante durante todo el desarrollo. Las primeras reuniones fueron para describir el problema y las necesidades reales. Luego, durante la etapa de desarrollo, cada pantalla y funcionalidad fue validada por el usuario, con el propósito de llegar a un producto que fuera útil y consistente. A medida que avanzamos con el producto, se fue negociando el alcance; agregando o quitando funcionalidades dependiendo del tiempo disponible y consultando con el Dr. la prioridad para cada tarea.

2.1. Dinámica de trabajo en el hospital

La guardia del H.Z.G.A “Dr. Arturo Oñativia” opera recibiendo a los pacientes en dos sectores: Pediatría y Adultos. Cada sector tiene definidos sus parámetros de evaluación de pacientes, pudiendo un síntoma tener una prioridad para los adultos y otra para los pacientes pediátricos. Hay una división entre los pacientes pediátricos también dependiendo de la edad, diferenciando bebés de meses y niños más grandes.

Al llegar a la guardia, los pacientes son recibidos por el enfermero de guardia, quién utilizando el sistema desarrollado, toma una impresión visual del paciente. Luego se pasa a la sala de toma de signos vitales donde otro enfermero controla la presión, glucosa en sangre, entre otros, y graba en el sistema los síntomas que presenta el paciente. En caso de encontrar algún síntoma de prioridad UNO en alguna de las tres instancias mencionadas antes (Impresión Visual, Signos Vitales o Síntomas), el sistema deriva al paciente de inmediato a la sala de Shock.

Una vez conocida la prioridad del paciente ingresado, hay tres caminos:

- Atención Inmediata.
- Atención dentro de los próximos 30 minutos.
- Atención en Consultorios Externos.

Una vez atendido el paciente, se termina el ciclo dentro del sistema; esto es, el sistema no guarda información post-triage.

2.2. Requerimientos del cliente

La característica más mencionada por el Dr. fue, en las primeras entrevistas, registrar adecuadamente a los pacientes que ingresan. Para ello, se decidió guardar todos los datos de las personas (tal como Nombre, Apellido, Teléfono, DNI, Dirección, entre otros) para poder contar con una base de datos de todas las personas atendidas en caso de necesitarla.

Otra de las prioridades detectadas fue la necesidad de completar el Triage de forma eficiente y con una respuesta rápida ante casos de urgencias. El cliente solicitó de manera excluyente que el sistema debía cortar cualquier interacción en el momento de detectar un caso de Prioridad UNO, para poder actuar con el apremio necesario.

Se detallan en secciones futuras los reportes que el cliente requirió.

2.3. Pantallas y dinámica de uso

Las pantallas, como fue mencionado se fueron diseñando y validando con el cliente en las reuniones periódicas.

La pantalla inicial (y principal) del sistema permite buscar a los pacientes por nombre, apellido, DNI o fecha de nacimiento. En el caso de que ya hayan sido atendidos en algún momento en la guardia, serán encontrados por el buscador y se podrá proceder a completar los datos del Triage. En caso de no encontrarlos, la misma pantalla permite ingresarlos al sistema en el momento generando un nuevo registro de una persona.

La pantalla de Triage está dividida en tres: Impresión Visual, Síntomas y Signos Vitales. Tiene una navegación definida por pestañas que permite navegar de forma fluida entre los tres formularios. Una vez que se cargan los datos deseados, el paciente pasa a una “Lista de espera”, otra pantalla que permite ver qué pacientes están esperando atención. Permite también continuar el Triage; esto es, ingresar nuevamente a la pantalla de Triage y poder modificar o cargar nuevos síntomas. Esta característica es necesaria cuando la persona que toma la Impresión Visual está en un lugar físico distinto al del enfermero que toma los signos vitales, por ejemplo.

En el caso de que el paciente haya sido atendido, o derivado a consultorio externo, y se retire del hospital, el enfermero, o administrativo, ubicado en el puesto de salida debe buscar al paciente en la lista de espera y marcar la finalización de la atención con alguna de las opciones mencionadas anteriormente: Atención Inmediata, Atención dentro de los próximos 30 minutos o Atención en consultorios externos.

Entre las pantallas administrativas, o de configuración, se encuentran las de Alta y Modificación de:

- Síntomas
- Discriminantes
- Usuarios

permitiendo crear nuevos registros o modificar los existentes. En el caso de los usuarios, es posible también dar la baja.

2.4. Informes

El cliente pidió pantallas con los informes detallados a continuación.

Tiempo de espera para cada prioridad Reporte que muestra el tiempo de espera medio para cada prioridad en un rango de tiempo dado por dos fechas.

Cantidad de atenciones para cada prioridad Reporte que muestra la cantidad de atenciones para cada prioridad en un rango de tiempo dado por dos fechas.

Reporte de Personas Lista con todas las personas que se atendieron. Permite ver individualmente los datos de cada persona y una lista que muestra todas las veces que fue atendida, los síntomas presentados y el tipo de atención recibida.

3. Diseño e implementación

3.1. Tecnologías

Todas las tecnologías que utilizamos en el desarrollo de la aplicación son de código abierto. Para desarrollar el front-end (interfaz de usuario) elegimos AngularJS¹. Para el back-end (lógica del negocio e interacción con la base de datos) elegimos Grails².

Cabe aclarar que ambos frameworks cubrieron ampliamente todo lo que nosotros necesitábamos de ellos para hacer este trabajo, por ello sólo utilizamos una pequeña parte de los mismos. Por ejemplo, de Grails casi no utilizamos las vistas ya que las mismas las desarrollamos del lado del cliente en AngularJS.

Otra tecnología que utilizamos fue Bootstrap³. Con esta herramienta pudimos atenuar nuestras carencias en diseño web y además pudimos hacer una aplicación responsive que se adapta a cualquier tamaño de pantalla, incluso de teléfonos celulares.

3.1.1. AngularJS

AngularJS es un framework de aplicaciones web de código abierto escrito en JavaScript. Es desarrollado y mantenido por Google. La primer versión fue lanzada en el año 2010 y desde ese momento viene ganando espacio en la industria.

HTML es suficiente para hacer páginas web estáticas. Pero no alcanza para desarrollar vistas dinámicas en aplicaciones web. AngularJS es un conjunto de herramientas para la creación de aplicaciones web de una sola página (single-page applications). Este framework maneja contenido dinámico y permite extender el vocabulario HTML obteniendo un entorno más expresivo, legible y práctico para el programador. La filosofía de AngularJS es que la programación declarativa es la que debe utilizarse para generar interfaces de usuario.

Si bien nosotros no conocíamos AngularJS, habíamos escuchado buenos comentarios sobre este framework moderno y novedoso, entonces decidimos aprenderlo utilizándolo en este TIP.

3.1.2. Grails

Grails es un framework de aplicaciones web de código abierto, full stack (contiene todo lo necesario para desarrollar una aplicación web), para la máquina virtual de Java (JVM).

Está escrito en Groovy, un lenguaje de programación que a su vez está desarrollado en Java. Uno de sus principios es la convención sobre la configuración (convention over configuration) que busca decrementar el número de decisiones que un desarrollador necesita tomar, ganando así en simplicidad pero no perdiendo flexibilidad por ello. La primer versión fue lanzada en el año 2006.

Como está desarrollado en Java, Grails es multiplataforma. Además toma de su lenguaje padre tecnologías ampliamente utilizadas en la industria como Hibernate y Spring.

Al igual que con AngularJS, nosotros no conocíamos Grails de antemano. Tuvimos que aprender a utilizarlo en el desarrollo de este TIP.

¹<https://angularjs.org/>

²<https://grails.org/>

³<http://getbootstrap.com/>

3.1.3. Bases de datos

Durante todo el desarrollo de la aplicación utilizamos una base de datos H2 que viene embebida en Grails. También utilizamos H2 en la instalación de prueba en el hospital. Pero para la instalación final utilizamos Postgres⁴.

Elegimos Postgres porque es lo que recomienda Heroku⁵ para utilizar con Grails⁶. Heroku es una plataforma de la nube que soporta varios lenguajes de programación y ofrece un servicio de hosting básico gratuito. Nuestra idea original era instalar la aplicación en dicha plataforma, pero el límite de memoria que ofrece el servicio gratuito nos obligó a buscar otra alternativa. Finalmente decidimos hacer la instalación en una máquina del hospital.

3.2. Metodología de trabajo

Desde el primer momento el director del TIP nos indujo a darle al desarrollo un enfoque ágil[3]. Así dar visibilidad constante a todos los interesados fue uno de los principios transversales a todo el proyecto. La comunicación fue muy fluida, tanto por mail, como a través de reuniones presenciales o virtuales (en forma remota). Otro de los pilares del enfoque ágil fue trabajar en forma iterativa e incremental. Es decir que trabajamos con iteraciones de tiempo fijo de una semana de duración. Al final de cada iteración los avances eran validados por el "cliente".

3.2.1. Resumen del itinerario del proyecto

Lo primero que hicimos fue varias reuniones entre todos los interesados en el proyecto: los desarrolladores, los directores y el "cliente". De esas reuniones y de una visita al hospital obtuvimos los requerimientos.

El segundo paso fue la elección de las tecnologías. Entre el basto abanico de posibilidades NodeJS⁷ y Grails aparecían como las predilectas aunque nunca habíamos trabajado con ninguna de las dos. Por ello, para obtener una impresión general de cada una y así resolver la elección, desarrollamos un conversor de Fahrenheit a Celcius muy simple. Finalmente optamos por usar Grails ya que se asemeja más que NodeJS a las tecnologías que veníamos utilizando en las distintas materias a lo largo de la carrera.

Si bien Grails es full stack, el director del TIP quería que la aplicación sea más moderna. Entonces nos recomendó utilizar una tecnología que resuelva las vistas del lado del cliente, se comunique con el back-end mediante una API(Application Programming Interface) REST⁸ y sea responsive⁹. Así surgió la idea de utilizar AngularJS que cubre ampliamente todos esos requisitos.

En tercer lugar hicimos una estimación relativa a grandes rasgos. Allí calculamos cuanto tiempo nos iba a demandar cada funcionalidad requerida y la fecha de cierre del proyecto. Luego hicimos una planificación en donde ordenamos los requerimientos dentro de las iteraciones según las prioridades del "cliente".

⁴<http://www.postgresql.org.es/>

⁵<https://www.heroku.com/>

⁶<https://devcenter.heroku.com/articles/getting-started-with-grails>

⁷<http://nodejs.org/>

⁸http://es.wikipedia.org/wiki/Representational_State_Transfer

⁹http://es.wikipedia.org/wiki/Diseño_web_adaptable

Sprint 1		Hs Estimadas	Hs Insumidas
	Configurar el servidor de integración continua	5	4
	Configurar Heroku	5	10
	Configurar el controlador de versiones	5	6
	Crear los prototipos de pantallas.	4	4
	Como enfermero (o administrativo) quiero poder crear un nuevo paciente.	14	18
	Testing		
	Total hs:	33	42
Sprint 2			
	Como enfermo (o administrativo) quiero poder buscar un paciente por sus datos personales, y, en el caso de encontrarlo, seleccionarlo para completar el proceso. En el caso de no encontrarlo, tener un camino para crear un nuevo paciente.	20	26
	Configurar Postgres	5	8
	Total hs:	25	34
Sprint 4			
	Como enfermero (o administrativo) quiero poder ingresar los síntomas del paciente a través de la impresión visual (pre-triage).	19	22
	Como enfermero (o administrativo) quiero que el sistema frene el ciclo de ingreso de datos cuando se detecta un síntoma de prioridad 1.	4	4
	Total hs:	23	26
Sprint 5			
	Como enfermero quiero poder ingresar los síntomas que presenta el paciente al momento del triage.	22	17
	Total hs:	22	17

Figura 1: Planificación

A partir de ahí comenzamos con el desarrollo recorriendo las iteraciones planificadas. Al promediar el proyecto hicimos una instalación de prueba en el hospital. La idea era que los usuarios se familiaricen con el producto, nos den un feedback y propongan modificaciones de crearlo necesario.

Por último hicimos la instalación definitiva del producto terminado en una máquina del hospital.

3.2.2. Flujo de trabajo en una iteración

Al inicio de cada iteración estimábamos cuanto tiempo nos iba a llevar cada tarea y enviábamos un email con los detalles sobre lo que íbamos a hacer durante esa semana. También hacíamos prototipos de las pantallas a realizar que eran validados por el "cliente". Además dejamos sentado en una hoja de cálculo los detalles de cada tarea: el tiempo de realización estimado, la fecha de realización y el tiempo real insumido. Al finalizar la iteración enviábamos otro email con los detalles de lo realizado.

3.2.3. Herramientas que utilizamos

Para la comunicación via email creamos un grupo en Google Groups¹⁰. Para toda la documentación compartida utilizamos Google Drive¹¹. Para hacer reuniones remotas utilizamos Skype¹² y Google Hangouts¹³. Utilizamos Balsamiq¹⁴ para hacer los prototipos de pantallas. Utilizamos Git¹⁵ y Github¹⁶

¹⁰<https://groups.google.com>

¹¹<https://drive.google.com/>

¹²<http://www.skype.com.ar/es/>

¹³<https://plus.google.com/hangouts>

¹⁴<https://balsamiq.com/>

¹⁵<http://git-scm.com/>

¹⁶<https://github.com/>

Tarjeta	Tarea	La realizó	fecha	Hs insumidas	Hs estimadas
Como usuario del sistema, quiero poder loguearme y desloguearme.	Crear la vista del login	Nestor	28/08/2014	1	3
	Crear el controlador del log	Nestor	28/08/2014	5	5
	Crear pantalla de cambio de contraseña	Nestor	12/11/2014	2	2
	Crear tests funcionales	Nestor	17/09/2014	3	2
	Escribir casos de prueba	Nestor	28/08/2014	1	1
Como enfermero (o administrativo) quiero poder crear un nuevo paciente.	Crear el controlador de paciente	Nestor	13/02/2014	3	3
	Crear la clase de dominio paciente	Nestor	7/2/2014	1	2
	Crear la vista del alta de paciente	Marcia	7/2/2014	7	3
	Crear la clase de dominio persona	Nestor	7/2/2014	1	2
	Crear el controlador de persona	Nestor	13/02/2014	3	3
	Crear el controlador Angular de Persona	Marcia	8/2/2014	7	4
	Crear tests unitarios	Nestor	18/02/2014	4	1
	Crear tests funcionales	Marcia	16/2/2014	6	2
	Crear casos de prueba del alta de paciente	Marcia	13/2/2014	2	1
	Crear validaciones para el alta de paciente	Marcia	25/2/2014	12	2
Como enfermo (o administrativo) quiero poder buscar un paciente por sus datos personales, y, en el caso de encontrarlo, seleccionarlo para completar el proceso. En el caso de no encontrarlo, tener un camino para crear un nuevo paciente.	Crear la vista de la búsqueda	Nestor	20/02/2014	3	3
	Crear API REST de la búsqueda	Marcia	19/02/2014	4	6
	Crear controlador de la búsqueda en Grails	Marcia	20/02/2014	3	2
	Crear controlador de la búsqueda en Grails	Nestor	28/02/2014	2	
	Crear controlador de la búsqueda en Angular	Nestor	28/02/2014	6	4
	Crear test funcionales	Nestor	25/03/2014	6	3
	Crear test unitarios	Marcia	20/02/2014	2	2
	Crear test unitarios		1/3/2014	1	
	Escribir casos de prueba	Nestor	19/02/2014	1	1

Figura 2: Tracking de tareas

para versionar el código. Y utilizamos Travis¹⁷ como servidor de integración continua¹⁸.

3.3. Arquitectura

Utilizamos una arquitectura cliente-servidor¹⁹ con AngularJS del lado del cliente y Grails del lado del servidor.

3.3.1. Comunicación entre el cliente y el servidor

La comunicación se da mediante peticiones HTTP²⁰ desde el cliente (AngularJS) al servidor (Grails). La información viaja en formato JSON²¹. Ejemplo de petición HTTP desde AngularJS:

```
$http.post('usuario/login',{
  usuario: $scope.nombre,
  password: $scope.password
}).success(function(usuario){
  //hago algo cuando la peticion fue exitosa
}).error(function(){
  //hago algo cuando la peticion falló
});
```

En este ejemplo, se hace una petición HTTP de tipo POST con un JSON como parámetro. Del lado de Grails quien recibe la petición es el controlador de la clase de dominio Usuario que ejecutara el método login.

¹⁷<https://travis-ci.org/>

¹⁸http://es.wikipedia.org/wiki/Integración_continua

¹⁹<http://es.wikipedia.org/wiki/Cliente-servidor>

²⁰http://es.wikipedia.org/wiki/Hypertext_Transfer_Protocol

²¹<http://es.wikipedia.org/wiki/JSON>

3.3.2. Arquitectura en AngularJS

Cada pantalla esta definida dentro de un archivo HTML. A cada HTML le corresponde un controlador. Todos los controladores están definidos en un módulo de AngularJS dentro de un archivo JavaScript.

Al ser una aplicación de una sólo página, hay un único HTML principal que va cambiando parte de su contenido de manera dinámica a medida que el usuario navega. De esta manera también hay partes de la aplicación que están presentes en todas las pantallas, como el menú principal y el pie de página.

3.3.3. Arquitectura en Grails

Grails está dividido en vistas, controladores y clases del dominio. Como se trata de una aplicación de una sola página entonces tenemos una única vista. Hay un controlador por cada clase de dominio. Los controladores son los que procesan y responden las peticiones HTTP. Las clases del dominio son las que interactúan con los controladores y la base de datos.

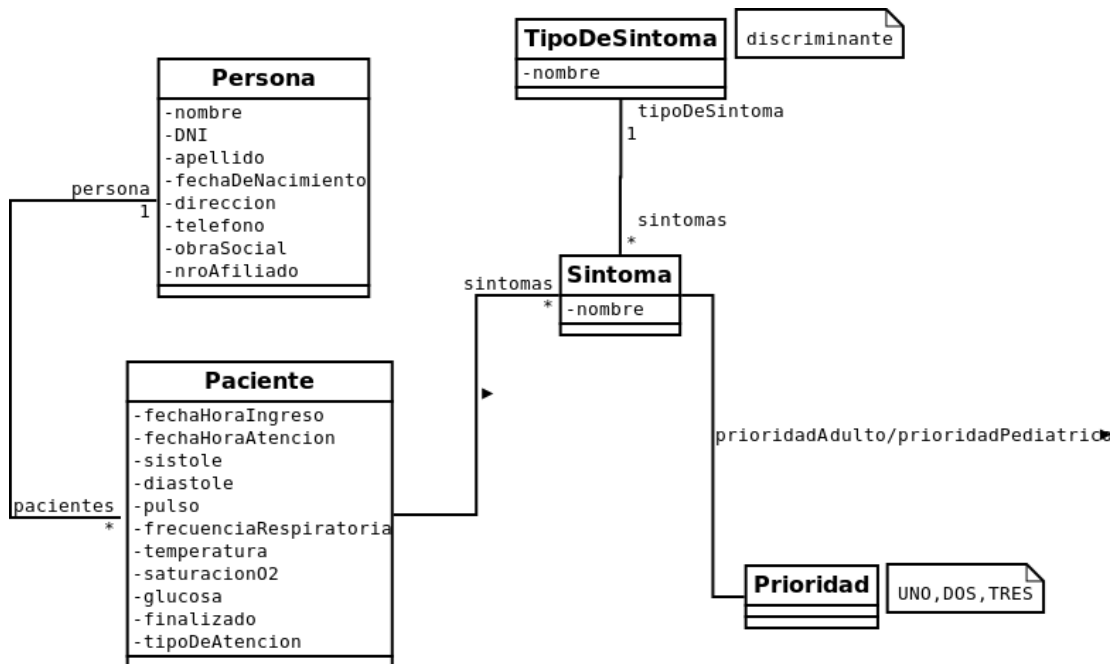


Figura 3: Diagrama de clases del dominio

3.4. Testing

Desarrollamos la aplicación realizando testing unitario y de integración de cada clase de dominio así como también testing funcional de cada pantalla.

Cada funcionalidad desarrollada tiene su testing correspondiente. Algunas de las ventajas de usar testing automatizado son las siguientes:

- Se robustece la aplicación.

- Se genera confianza en el programador al hacer modificaciones.
- Se ahorra tiempo.
- Se disminuye el margen de error en el código.

3.4.1. Testing unitario

Para los tests unitarios utilizamos la herramienta nativa de Grails²² con la librería de Java JUnit. Con ello cubrimos el comportamiento de las clases de dominio definidas en Grails que no tiene repercusión en la base de datos.

3.4.2. Testing de integración

Realizamos los tests de integración con la herramienta nativa de Grails²³. Con ello cubrimos el comportamiento de los controladores definidos en Grails que tiene repercusión en la base de datos.

3.4.3. Testing funcional

Para testear el correcto funcionamiento de cada pantalla emulamos al usuario final usando dos herramientas de testing funcional: CasperJS²⁴ y Protractor²⁵.

En un primer momento utilizamos CasperJS pero tuvimos muchos problemas para hacerlo funcionar correctamente con AngularJS. Por eso dejamos de usarlo y lo reemplazamos por Protractor.

Para utilizar Protractor necesitamos usar Selenium²⁶, un entorno de pruebas de software para aplicaciones basadas en la web, con un driver para el navegador Chrome²⁷.

3.4.4. Problemas que tuvimos con el testing

- Hay algunas funciones de Grails que no son soportadas por el ambiente de test del mismo framework. Entonces para que los test pasen nos vimos obligados a usar sólo aquellas funciones que no tenían dicho problema.
- Tuvimos problemas con Protractor al testear pantallas con ventanas modales. Éstas últimas son elementos que al aparecer bloquean la ventana principal de la aplicación. Para poder realizar los casos de prueba con modales nos vimos obligados a dormir la ejecución del test durante un segundo. Así el modal tiene tiempo para desaparecer y la ventana principal de desbloquearse. Si no hacíamos esto el test no pasaba ya que la ejecución del mismo, luego de cerrar el modal, intentaba interactuar con elementos de la ventana principal pero estos aun permanecían bloqueados.

²²<http://grails.org/doc/latest/guide/testing.html#unitTesting>

²³<http://grails.org/doc/latest/guide/testing.html#integrationTesting>

²⁴<http://casperjs.org/>

²⁵<https://github.com/angular/protractor>

²⁶<http://www.seleniumhq.org/>

²⁷<http://www.google.com/intl/es-419/chrome/>

3.5. Deploy e Instalación

La idea original fue tener la aplicación en línea corriendo en Heroku²⁸. Pero tuvimos que descartar esa posibilidad ya que la cantidad de memoria que la aplicación necesita para funcionar es mayor a la que ofrece el servicio gratuito. Entonces acordamos hacer la instalación en una máquina del hospital. Como las computadoras están en una misma red entonces la aplicación se encuentra accesible desde cualquier punto del lugar.

Para la instalación de prueba usamos un servidor Tomcat²⁹ al cual le insertamos el WAR³⁰ de nuestra aplicación que contiene a su vez una base de datos H2³¹ embebida.

La instalación final es igual a la de prueba pero no utilizamos la base de datos H2 y en su lugar instalamos una base de datos Postgres.

²⁸<https://www.heroku.com/>

²⁹<http://tomcat.apache.org/>

³⁰[http://es.wikipedia.org/wiki/WAR_\(archivo\)](http://es.wikipedia.org/wiki/WAR_(archivo))

³¹<http://www.h2database.com>

4. Conclusiones

Desde un primer momento estuvimos en contacto constante con Luis, quien se encargó de validar cada funcionalidad y cada nueva pantalla a desarrollar. Gracias a esto y a los métodos ágiles utilizados durante el desarrollo, el margen de error fue muy pequeño, ya que cada semana se presentaba una nueva funcionalidad.

El trabajo en general fue un ida y vuelta de ideas. Contamos con el apoyo constante de nuestro Director Nicolás y nuestro Codirector Fidel. La buena voluntad del cliente facilitó la comunicación, evitando muchas veces trabajo en vano.

Fue fundamental durante todo el desarrollo tener en cuenta y seguir la idea de Luis: desarrollar una aplicación simple, sencilla y fácil de usar que resolviera el problema en cuestión.

El producto fue certificado por Luis luego de varias demostraciones y de haber dejado en el hospital una copia de la aplicación para realizar pruebas y familiarizarse con el entorno.

A la hora de comenzar con el trabajo no conocíamos ninguna de las herramientas que utilizamos para el desarrollo de la aplicación. Elegir las tecnologías fue la primer tarea que realizamos. Nuestro director se encargó de proponer lo que creyó más adecuado y nosotros realizamos la elección final.

Lo aprendido en la carrera nos permitió comprender las herramientas elegidas rápidamente. Si bien no teníamos una especialización en esas tecnologías, la curva de aprendizaje fue alta.

En nuestro trabajo contamos con un Codirector, la motivación para incorporarlo se debe a que el profesor Pablo E. Martínez López tiene amplia experiencia en cuestiones de gestión, las cuales junto con el trabajo del director complementarán el conocimiento de ambos para un mejor desarrollo del trabajo de los alumnos.

Referencias

- [1] Derlet R, Kinser D, Lou R, et al. Prospective identification and triage of nonemergency patients out of an Emergency Department: a 5 years study. Ann Emerg Med 1996; 25:215-223.
- [2] Manual de procedimiento. Recepción, Acogida y Clasificación. MSPBS. Paraguay 2011.
- [3] Shore J, Warden S, The Art of Agile Development, O'Reilly Media, 2007.