



## FACULTAD DE INFORMÁTICA

# TESINA DE LICENCIATURA

**TÍTULO:** Herramienta para co-diseñar Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento in-situ en espacios indoor

**AUTORES:** Facundo Iván Mendiburu

**DIRECTOR:** Dra. Cecilia Challiol

**CODIRECTOR:** Dra. Silvia Gordillo

**ASESOR PROFESIONAL:**

**CARRERA:** Licenciatura en Sistemas

### Resumen

*En esta tesina se diseñó y desarrollo una herramienta de autor para co-diseñar Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento in-situ en espacios indoor. Además, se propone un framework conceptual para facilitar la creación de nuevas herramientas de autor destinadas a co-diseñar in-situ Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento. Usando de base el framework conceptual propuesto se desarrolló la herramienta de autor, la cual utiliza como mecanismo de sensado de posicionamiento las redes WLAN. Dicha herramienta fue probada en el marco de una materia de grado de la facultad, obteniendo así un feedback inicial de la misma.*

### Palabras Clave

*Co-diseño insitu, Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento, Framework Conceptual, WLAN*

### Trabajos Realizados

*Se realizó un relevamiento bibliográfico para comprender y caracterizar qué implica el co-diseño de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento.*

*En base al relevamiento realizado se planteó un framework conceptual para facilitar la creación de nuevas herramientas de autor destinadas a co-diseñar in-situ Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento.*

*El framework conceptual fue usado de base para el desarrollo de la herramienta en esta tesina. Dicha herramienta fue probada por usuario pudiendo así obtener un feedback inicial de la misma.*

### Conclusiones

*El framework conceptual propuesto va a facilitar la creación de nuevas herramientas de autor destinadas a co-diseñar in-situ. Es decir, no solo fue usado en esta tesina sino que el mismo puede ser usado de base para desarrollar otras herramientas de este tipo.*

*Las pruebas iniciales con usuarios permitieron observar, por ejemplo, cómo los participantes usaban la herramienta como así también la forma en que realizaban la etapa de acuerdos de los lugares relevantes que iban a ser considerados en la aplicación final.*

### Trabajos Futuros

- Incorporar a la herramienta nuevos templates para otro tipo de aplicaciones. Además, poder definir nuevos perfiles de usuarios y estados de los Espacios de Trabajo.*
- Implementar una versión web para refinar más cómodamente los datos acordados por el grupo participante de un Espacio de Trabajo.*
- Analizar cómo se abordaría el proceso iterativo para ir testeando in-situ lo creado.*
- Incorporar a la herramienta otros mecanismos de sensado indoor.*

# Índice

Índice.....	1
1. Introducción .....	3
1.1 Motivación .....	3
1.2 Objetivos .....	6
1.3 Estructura de la tesina .....	7
2. Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento .....	8
2.1 Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento para diferentes dominios .....	8
2.1.1 Experiencia Móvil combinada con intervenciones teatrales [Alconada Verzini et al., 2015a].....	8
2.1.2 Realidad aumentada en un museo combinada con el uso de beacons [Tsai et al., 2017] .....	11
2.1.3 <i>QuesTInSitu</i> : preguntas educativas posicionadas [Santos et al., 2014] [Melero and Hernández-Leo, 2017].....	13
2.1.4 <i>Avebury Portal</i> : un juego móvil de realidad virtual en un sitio arqueológico [Shakouri and Tian, 2018].....	16
2.1.5 <i>Shelley's Heart</i> : narrativa posicionada con múltiples lectores simultáneamente [Jones et al., 2018].....	18
2.2 Herramientas para crear Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento.....	20
2.2.1 <i>AugmentedWorld</i> : crear preguntas posicionadas [Barak and Asakle, 2018] .....	20
2.2.2 <i>SIL0</i> : crear juegos móviles basados en posicionamientos [Wake, 2013], [Wake et al., 2018].....	21
2.2.3 Herramienta de autor para crear o definir contenidos posicionados en espacios indoor-outdoor [Alconada Verzini et al., 2015b], [Zimbello et al., 2017] .....	23
2.2.4 <i>StoryPlaces</i> : narrativas hipermediales posicionadas [Hargood et al., 2018] .....	24
3. Framework conceptual para caracterizar las Herramientas de autor para co-diseñar in-situ Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento.....	27
3.2 Caracterización de las Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento .....	27
3.3 Framework conceptual propuesto.....	33
4. Posicionamiento Indoor mediante WLAN.....	40
5. Herramienta de autor para co-diseñar Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento in-situ en espacios indoor .....	51
5.1 Instanciación del framework conceptual para la Herramienta de autor desarrollada .....	51
5.2 Características de la herramienta desarrollada.....	55
5.3 Funcionalidad de la herramienta desarrollada .....	58

6. Prueba de la herramienta con usuarios .....	77
7. Conclusiones y Trabajos Futuros.....	86
Bibliografía.....	90
Anexo A: Participación en el proyecto “ <i>Explorando la brecha entre el diseño y la implementación de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento</i> ” .....	92
Anexo B: Formulario SUS de la herramienta .....	94

# 1. Introducción

## 1.1 Motivación

La masificación y los avances que viene teniendo la tecnología móvil ha permitido que surjan aplicaciones móviles para cubrir variados dominios [Alegre et al., 2016], por ejemplo: turístico, entretenimiento, educativo, etc. Adicionalmente, se ha incrementado la información disponible de sensores como se menciona en [Basiri et al., 2017], tanto sean embebidos en los dispositivos móviles (por ejemplo, GPS) como en el ambiente, permitiendo brindar información o servicios más precisos a los usuarios; por ejemplo, considerando el entorno físico que los rodea. Aquellas aplicaciones que hacen uso de la posición actual del usuario para brindar servicios o información se denominan *Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento* [Challiol et al., 2017]. Estas aplicaciones tienen definidos lugares relevantes (posiciones) donde se brinda diferente información o servicios a los usuarios a medida que estos se mueven por el espacio físico.

A la hora de diseñar *Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento* se deben abordar diferentes temas, algunos de estos son: las funcionalidades propias del dominio, el sensado del posicionamiento del usuario, cómo los lugares relevantes deben de ser recorridos, etc. A continuación se brindan más detalles de estos temas para poder reflejar la complejidad implicada en el diseño de las mismas.

Actualmente, varios dominios están siendo abarcados por las *Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento*. Por ejemplo, en [Shakouri and Tian, 2018] se presenta “*Avebury Portal*” un juego móvil de realidad virtual que propone recorrer el sitio arqueológico *Avebury* para ir descubriendo, a medida que los usuarios caminan, “tesoros” virtuales escondidos; estos “tesoros” virtuales pueden ser descubiertos en determinados lugares relevantes del espacio físico real. En este caso, el posicionamiento se realiza usando el GPS del dispositivo.

En [Kaulich et al., 2017] se explora el uso de beacons<sup>1</sup> como mecanismo de sensado de posicionamiento, en particular, para una guía móvil dentro de un museo; cuando un usuario ingresa al área de sensado de un beacon, recibe información multimedia acerca de los elementos circundantes del museo. En este caso, los autores se focalizan en analizar cuál es la mejor forma de distribuir en el espacio físico los beacons para que los usuarios reciban información consistente acorde a su posición actual evitando el mayor retraso posible. El uso de beacons también está siendo explorado en el área de salud, por ejemplo, en [Klakegg et al., 2017] se usan para determinar la posición de los pacientes con capacidad de movilidad reducida en un centro asistencial para adultos mayores; y en caso de ser necesario dar aviso a las enfermeras.

En [Melero and Hernández-Leo, 2017] se presentan cuatro experiencias del juego *QuesTInSitu*. Dicho juego provee preguntas educativas posicionadas (las cuales son creadas por los docentes y posicionadas usando un mapa); a medida que los alumnos van recorriendo el espacio físico outdoor van recibiendo en su dispositivo móvil las

<sup>1</sup> Dispositivos que emiten señales bluetooth de bajo consumo (*Bluetooth Low Energy – BLE*).

preguntas, las cuales son respondidas por los alumnos de manera in-situ (en el lugar donde se encuentran). Cabe mencionar que *QuesTInSitu* usa el GPS de los dispositivos móviles de los alumnos para posicionarlos.

En [Alconada Verzini et al., 2015a] se presenta una experiencia móvil combinada con intervenciones teatrales, las cuales son realizadas por actores reales. Los usuarios se mueven por un determinado espacio físico, y al llegar a cada lugar relevante, deben leer un código QR; como resultado, reciben la consigna que deben realizar acorde a la intervención teatral que acontezca luego en ese lugar.

Se puede apreciar de lo antes descrito, que cada dominio, ya sea turístico, educativo, relativo a la salud o al entretenimiento, tiene sus propias particularidades; es decir sus propios servicios o funcionamiento. Sin embargo, todas estas aplicaciones mencionadas ([Shakouri and Tian, 2018], [Kaulich et al., 2017], [Klakegg et al., 2017], [Melero and Hernández-Leo, 2017], [Alconada Verzini et al., 2015a]) tienen características en común relacionadas al posicionamiento. Por ejemplo, el sensado de la posición actual del usuario (ya sea en espacios indoor o outdoor); o brindar información (o servicios) al llegar a una posición.

En [Challiol et al., 2017] se propone un framework conceptual para el diseño de *Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento*. Los autores proponen desacoplar todas las características propias de los mecanismos de sensado de posicionamiento, para que estos mecanismos puedan ser reusados por diferentes aplicaciones y los diseñadores/desarrolladores puedan sólo enfocarse en aquellas características propias del dominio; agilizando así el diseño y desarrollo de las mismas. Cabe recordar que el framework propuesto en [Challiol et al., 2017] es conceptual y todavía no existe una solución unificada para abordar estos mecanismos en espacios indoor como se menciona en [Basiri et al., 2017]; es decir, es un campo de investigación abierto. En [Basiri et al., 2017] se dan sugerencias sobre cuáles podrían ser los mecanismos de sensado de posicionamiento más adecuados dependiendo de los servicios que se quieran brindar. Por ejemplo, para entretenimiento, en [Basiri et al., 2017], se sugiere como mejor opción usar WLAN, sin embargo, no hay un consenso aún en la comunidad académica sobre esta temática.

Otra característica a considerar en el diseño de *Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento* es cómo los lugares relevantes deben ser recorridos. En [Millard et al., 2013] se realiza una clasificación de tres formas posibles de recorridos: secuencial (como en una “*Búsqueda del Tesoro*”), ramificada (del estilo de “*Sigue tu propia aventura*”) o libre (donde el usuario decide libremente qué lugares quiere visitar). Cada una de estas formas impacta en cómo se diseña la aplicación. Los autores refinan la clasificación mencionada y proponen en [Hargood et al., 2016] otras opciones de recorrer los lugares relevantes combinando las tres formas mencionadas anteriormente; lo cual genera mayor complejidad a la hora de diseñar este tipo de aplicaciones.

Se puede apreciar la complejidad que conlleva diseñar *Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento*, por las características que poseen las mismas. Por ejemplo, los mecanismos de sensado de posicionamiento, las formas de recorrer los lugares relevantes, etc. Acorde a esto, en los últimos años han ido emergiendo distintas herramientas de autor para facilitar el diseño y desarrollo de este tipo de aplicaciones a usuarios no expertos. En [Santos et al., 2014] se plantean dos formas de diseñar

*Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento*, in-situ o basada en mapas (de forma virtual). El diseño in-situ requiere que el diseñador recorra el espacio físico, y vaya identificando los lugares relevantes donde se brindará información o servicios a los usuarios. Cabe mencionar que este tipo de diseño permite apreciar características propias del ambiente. El diseño basado en mapas o virtual (como lo denominan los autores en [Santos et al., 2014]) se realiza de forma remota sin requerir que el diseñador esté presente en el lugar donde luego se usará la aplicación; sobre el mapa se marcan los lugares relevantes donde se brindará información o servicios a los usuarios.

A continuación, se mencionan algunas herramientas existentes. Una herramienta de autor basada en mapas es propuesta en [Barak and Asakle, 2018], la cual se denomina *AugmentedWorld*; esta herramienta permite a docentes y alumnos crear preguntas posicionadas. Este posicionamiento puede ser global, es decir abarcar todo el mundo, o contar con posiciones más concretas como un edificio; no abarcan posiciones dentro de los edificios. Las preguntas pueden ser respondidas por diferentes usuarios (por ejemplo, otros alumnos). *AugmentedWorld* cuenta con la particularidad que por cada pregunta se genera un mapa de respuestas posicionadas. Es decir, cada pregunta tiene su propio espacio de trabajo colaborativo donde se recolectan las respuestas. Otra herramienta de autor basada en mapas destinada a alumnos es *SILLO* [Wake et al., 2018]; la cual permite crear juegos móviles basados en posicionamiento, los cuales se llevan a cabo en espacios outdoor. Estos juegos son diseñados por los alumnos en diferentes iteraciones, donde por ejemplo, deben acordar cuáles son los lugares relevantes para brindar información o cuál es la forma en la que el juego propone recorrer los lugares relevantes.

Para el diseño in-situ, en [Alconada Verzini et al., 2015b] los autores proponen una herramienta de autor para espacios indoor-outdoor, la cual permite definir contenidos posicionados considerando la estructura secuencial y libre propuesta en [Millard et al., 2013]. En [Zimbello et al., 2017] se presenta una extensión de la herramienta brindando la posibilidad de posicionar contenido educativo. Tanto en [Alconada Verzini et al., 2015b] como en [Zimbello et al., 2017] se usan códigos QR y GPS para posicionar al usuario en espacios indoor y outdoor respectivamente. Todavía esta herramienta como su extensión, no derivan aplicaciones funcionales, sino que exportan lo definido en archivos XML. Otra herramienta de autor in-situ es propuesta en [Hargood et al., 2018], pero en este caso, la misma sólo cubre la construcción en espacios outdoor debido a que la posición del usuario (que está diseñando) se toma del GPS del dispositivo móvil. La herramienta propuesta en [Hargood et al., 2018] permite el diseño de narrativas hipermediales posicionadas, las cuales son creadas por un equipo interdisciplinario de informáticos, académicos literarios y escritores. Estas narrativas son creadas y almacenadas en un servidor para que luego los usuarios puedan vivenciarlas.

De las herramientas mencionadas sólo en una ([Alconada Verzini et al., 2015b] y su extensión [Zimbello et al., 2017]), se explora el diseño in-situ en espacios indoor; sin embargo, se utiliza un mecanismo de sensado no continuo, como son los códigos QR. De esto surge una de las principales motivaciones de esta tesina, proveer una herramienta para el diseño in-situ para espacios indoor, en particular, explorando un mecanismo de sensado de posicionamiento continuo. Acorde a lo analizado en [Basiri et al., 2017], el sensado por WLAN es apropiado para la mayoría de los tipos de

aplicaciones: (asistencia indoor, entretenimiento, brindar información posicionada, etc.). Esto motiva a explorar el uso de las redes WLAN para posicionar al usuario desde la herramienta propuesta en esta tesina.

Tanto en [Wake et al., 2018] como en [Hargood et al., 2018] se plantea el diseño de *Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento* como una construcción entre grupos de personas (en algunos casos grupos interdisciplinarios); es decir, se puede co-diseñar este tipo de aplicaciones. Sin embargo, tanto en [Wake et al., 2018] como en [Hargood et al., 2018] no cubren el co-diseño in-situ para espacios indoor. Esto es otra de las motivaciones de esta tesina, donde se analiza cómo abordar el co-diseño de este tipo de aplicaciones desde una perspectiva in-situ en espacios indoor; para luego ser plasmado en la herramienta de autor propuesta en esta tesina.

A modo de resumen, se puede mencionar que en esta tesina, se presenta una herramienta para co-diseñar *Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento* in-situ en espacios indoor, lo cual implicó analizar cómo abordar el co-diseño considerando que el mismo se realiza in-situ en espacios indoor. Además, para dicha herramienta se exploró el uso de las redes WLAN para posicionar a los usuarios.

## 1.2 Objetivos

El principal objetivo es diseñar y desarrollar una herramienta de autor para co-diseñar *Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento* in-situ en espacios indoor. Esto implicó en una primera instancia realizar un relevamiento bibliográfico para comprender y caracterizar qué implica el co-diseño de este tipo de aplicaciones. Por ejemplo, para espacios outdoor en [Wake et al., 2018] y [Hargood et al., 2018] se menciona que co-diseñar conlleva acuerdos entre los involucrados generando así varias iteraciones hasta que se logra la aplicación final. Tomando estas ideas como base, se analizó en esta tesina como abordar el co-diseño in-situ en espacios indoor, y cómo se puede brindar soporte a este tipo de co-diseño desde la herramienta de autor propuesta en esta tesina.

Co-diseñar in-situ en espacios indoor usando una herramienta requiere posicionar a los usuarios dentro de estos espacios. Para esto, en esta tesina se exploró el uso de las redes WLAN como mecanismo de sensado de posicionamiento. La decisión de explorar este tipo de sensado viene dada acorde a lo mencionado en [Basiri et al., 2017]; en donde se analiza qué sensado se adecua mejor a cada tipo de aplicación (asistencia indoor, entretenimiento, brindar información posicionada, etc.). Si bien WLAN no siempre rankea como el mejor mecanismo para todos los tipos de aplicaciones, si aparece siempre como segunda o tercera mejor opción.

El relevamiento bibliográfico, además va a ser usado para poder especificar una abstracción de las características que deben tener este tipo de herramientas, pensando en que estas herramientas, puedan ser utilizadas para crear aplicaciones para distintos dominios (turístico, entretenimiento, educativo, etc.). Esta abstracción sirvió de base para el diseño y desarrollo de la herramienta propuesta en esta tesina.

### 1.3 Estructura de la tesina

A continuación, se describen los capítulos de la presente tesina. En el Capítulo 2 se describen las características de algunas aplicaciones móviles existentes, como así también herramientas de autor para crear este tipo de aplicaciones.

El Capítulo 3 se describió una caracterización de las Aplicaciones Móviles basadas en posicionamiento como así también de herramientas de creación existentes para este tipo de aplicaciones. En base a esta caracterización se presentó un framework conceptual para facilitar la creación de nuevas herramientas de autor para co-diseñar in-situ Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento.

En el Capítulo 4 se presenta el posicionamiento indoor mediante WLAN, en particular se describe cómo usando *Situm* se puede calibrar el espacio usando las redes WLAN, para luego poder consumir el posicionamiento mediante la API de *Situm*.

En el Capítulo 5 se presenta la herramienta desarrollada, la cual se basa en el framework conceptual descrito en el Capítulo 3 y además utiliza el posicionamiento descrito en el Capítulo 4.

En el Capítulo 6 se describe la prueba con usuarios de la herramienta de autor desarrollada en esta tesina. Se detalla cómo la misma fue preparada, conducida y qué resultados se obtuvieron de la misma.

En el Capítulo 7 se presentan las conclusiones y trabajos futuros que se pueden realizar a partir de la presente tesina.

## 2. Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento

En este capítulo se presentan algunas *Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento* haciendo hincapié en abarcar diferentes características que pueden estar presentes en este tipo de aplicaciones. Además, se presentarán algunas herramientas existentes de creación para este tipo de aplicaciones, destacando sus principales características. Finalmente, en base a lo descrito se presentan algunas conclusiones, acorde con el objetivo de esta tesina.

### 2.1 Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento para diferentes dominios

En esta sección se presentan algunas *Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento*. Las mismas fueron seleccionadas porque presentan diferentes particularidades; esto permite tener una visión amplia de todas las características que deben ser consideradas a la hora de diseñar o crear este tipo de aplicaciones.

#### 2.1.1 Experiencia Móvil combinada con intervenciones teatrales [Alconada Verzini et al., 2015a]

En [Alconada Verzini et al., 2015a] se presenta una experiencia móvil combinada con intervenciones teatrales, las cuales son realizadas por actores reales. Esta experiencia, define tres lugares relevantes dentro del espacio físico, en los cuales ocurren las actuaciones y los participantes (usuarios) pueden decidir el orden en el cual vivenciar estas tres actuaciones. Como se menciona en [Alconada Verzini et al., 2015a], para lograr una distribución uniforme de los participantes, al principio, la aplicación les propone a los participantes elegir uno de tres actores mediante la lectura de su código QR; esto determinaba por cuál de las tres escenas comienza su experiencia. Esto se puede apreciar en la Figura 2.1.a.; al leer el código QR los participantes reciben un mapa que indica el lugar donde se lleva a cabo la actuación. Al llegar al lugar, los participantes deben leer un código QR como se puede observar en la Figura 2.1.b; como resultado reciben la consigna que deben realizar acorde a la intervención teatral que acontezca luego en ese lugar.

a.



b.



Figura 2.1: Códigos QR con los que interactuarán los participantes [Alconada Verzini et al., 2015a].

Cabe mencionar que cada actor (ver Figura 2.1.a) va contando cuántos participantes ya han leído su código y cuando se llena el cupo, dan vuelta su código; de esta manera los participantes deben elegir alguno de los otros códigos QR disponibles. Esta es una estrategia que han elegido los autores en [Alconada Verzini et al., 2015a] para lograr una distribución uniforme de los participantes ya que la aplicación no cuenta con sincronización en un servidor para poder realizar este conteo.

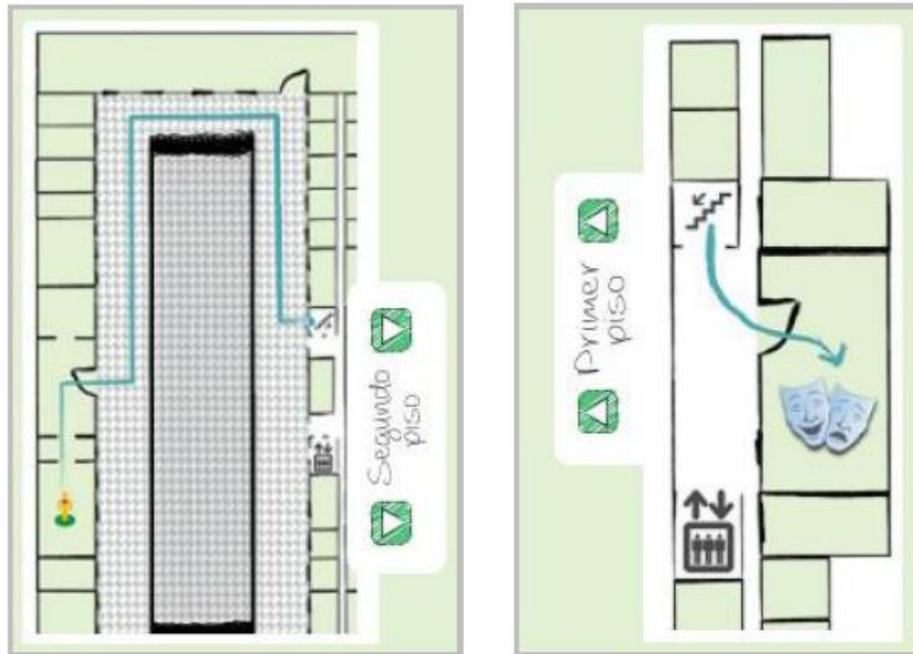
Una vez que los participantes vivencian la actuación, y responden la consigna, la aplicación les indica que deben elegir cuál será la siguiente actuación que verán. Un ejemplo de una posible pantalla que pueden recibir los participantes se puede apreciar en la Figura 2.2.



**Figura 2.2: Pantalla para seleccionar cómo seguir vivenciando la experiencia [Alconada Verzini et al., 2015a].**

En [Alconada Verzini et al., 2015a] se indica que dos de las intervenciones teatrales tenían lugar en el primer piso y la tercera en el segundo piso. Es decir, los usuarios en algún momento deben moverse de un piso a otro. En la Figura 2.3 se puede apreciar cómo son brindados los mapas cuando los usuarios deben moverse de un piso a otro para llegar a la siguiente intervención teatral. En este caso, son dos pantallas en las que cada una indica el recorrido que se sugiere en cada piso.

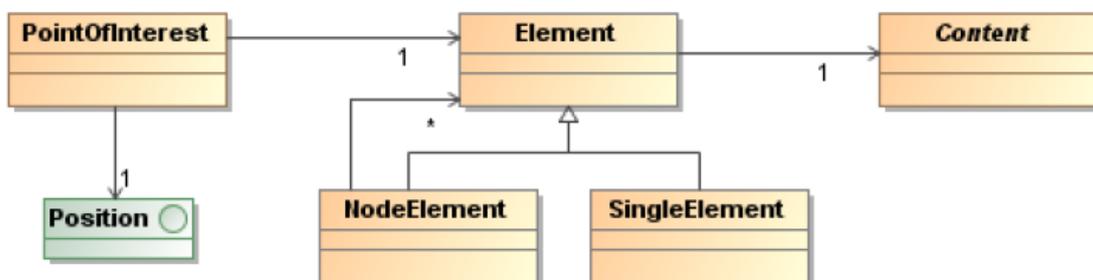
Se puede observar en la Figura 2.3 que los mapas brindados por la aplicación son esquemáticos y no cuentan con mucho nivel de detalle; se indica, por ejemplo, dónde se encuentra el usuario actualmente, dónde está la siguiente intervención teatral, y un posible recorrido para llegar de un lugar a otro. Cabe mencionar, además, que la aplicación descrita en [Alconada Verzini et al., 2015a] no cuenta con sensado de posicionamiento continuo; por lo tanto, no se puede asistir a los participantes durante el recorrido para llegar al destino indicado en el mapa.



**Figura 2.3: Mapas con el recorrido sugerido para llegar a la siguiente intervención teatral [Alconada Verzini et al., 2015a].**

En [Alconada Verzini et al., 2015a] se describe que la experiencia fue definida por tecnólogos y una directora de teatro, la cual fue la encargada de definir las tres intenciones teatrales, como así también coordinar los actores participantes en cada una de estas. Es decir, la experiencia fue co-diseñada entre los tecnólogos y la directora de teatro; lo cual implicó como se menciona en [Alconada Verzini et al., 2015a] visitar el edificio para poder determinar, por ejemplo, los lugares de las actuaciones.

La aplicación presentada en [Alconada Verzini et al., 2015a] fue diseñada representando el contenido desacoplado de las posiciones, proponiendo una representación como se muestra en el Figura 2.4; donde cada punto de interés define qué contenido mostrar en cada posición (o lugar relevante). Además, se puede apreciar que el contenido puede estar estructurado de diferente manera. Este desacople, como mencionan los autores, permite la reutilización tanto del contenido, como de las posiciones.



**Figura 2.4: Representación de los puntos de interés [Alconada Verzini et al., 2015a].**

Además, en [Alconada Verzini et al., 2015a] se presentan otros conceptos que deben ser considerados en este tipo de aplicaciones; como son los mecanismos de sentido

y la representación del espacio, que se pueden apreciar en la Figura 2.5. Si bien los autores no entran en detalle, destacan estos conceptos como características que pueden estar desacopladas.

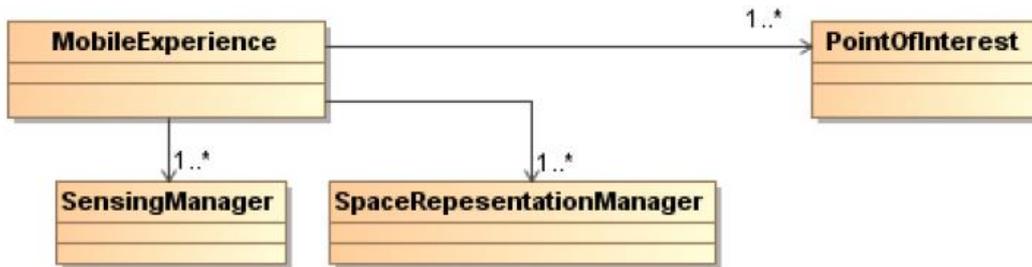


Figura 2.5: Conceptos relacionados a las experiencias móviles [Alconada Verzini et al., 2015a].

### 2.1.2 Realidad aumentada en un museo combinada con el uso de beacons [Tsai et al., 2017]

Los autores exploran en [Tsai et al., 2017] una aplicación móvil basada en posicionamiento que combina realidad aumentada (para brindar el contenido a los usuarios), con el uso de beacons como mecanismos de posicionamiento. Además, la aplicación utiliza reconocimiento de imágenes para brindar información más precisa de lo que está mirando actualmente el usuario en esa posición.

Cabe mencionar que la aplicación presentada en [Tsai et al., 2017] no solo brinda información de las piezas del museo, sino también algunos contenidos educativos como así también funciones de entretenimiento; buscando generar una aplicación más atractiva para el público. Para el diseño de la misma se usó el contenido de una aplicación existente de la que ya disponía el museo, pero que funcionaba mediante la lectura de códigos QR.

En la Figura 2.6 se puede observar un ejemplo de una pantalla que puede recibir un usuario al estar mirando una determinada pieza del museo.

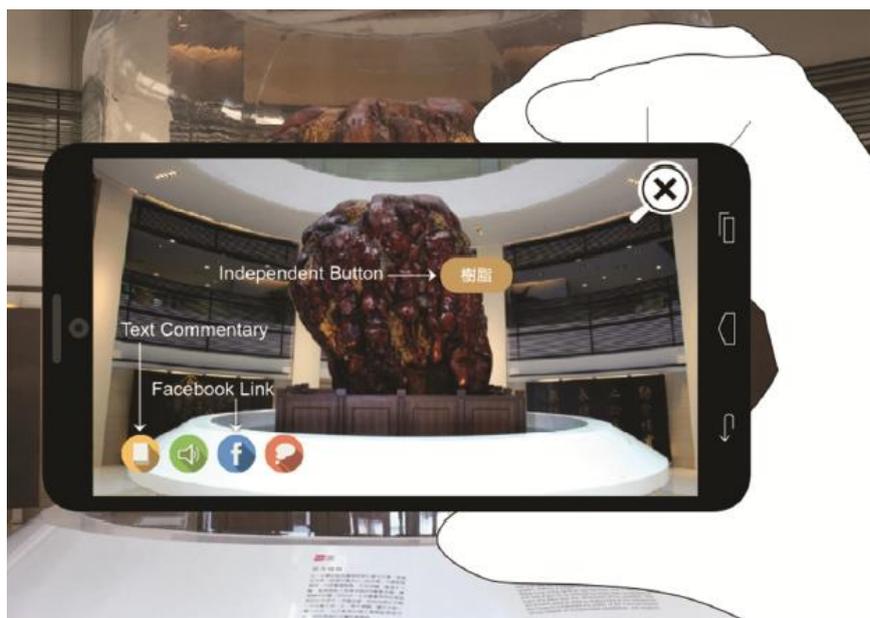
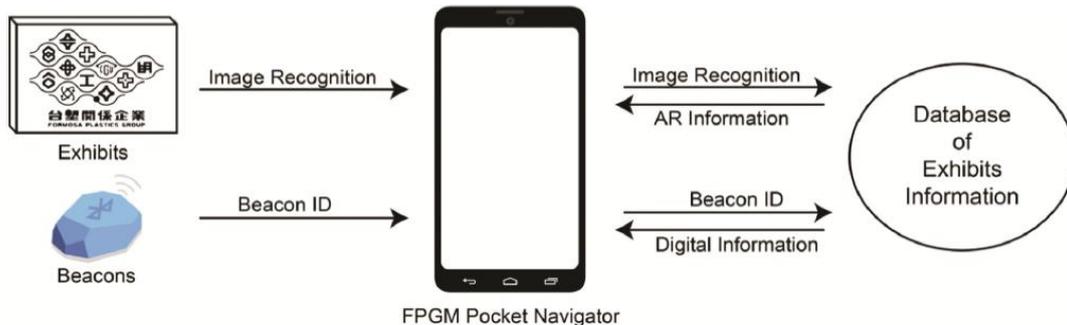


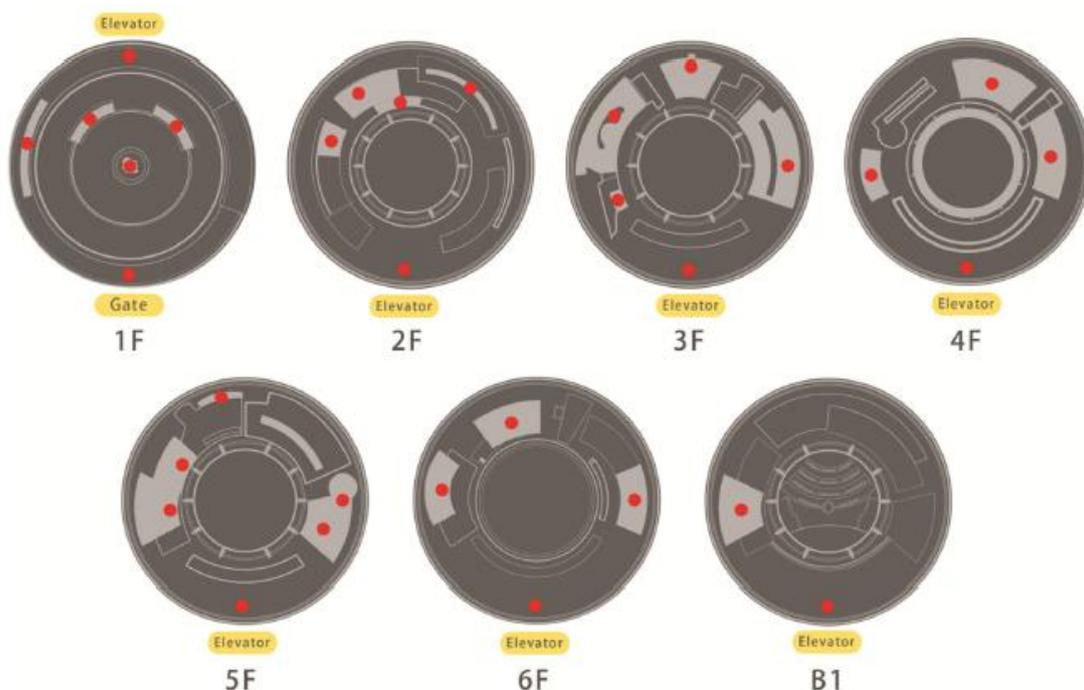
Figura 2.6: Ejemplo de pantalla que visualiza un usuario [Tsai et al., 2017].

En la Figura 2.7 se puede apreciar la arquitectura de la aplicación presentada en [Tsai et al., 2017], la misma recibe datos tanto de los beacons como del reconocimiento de imágenes; y en base a esto obtiene tanto información digital, como de realidad aumentada de una base de datos.



**Figura 2.7: Arquitectura utilizada en [Tsai et al., 2017].**

La aplicación les permite a los usuarios recorrer libremente el museo; cuando se detecta que un usuario está cerca de uno de los beacons, se muestra información relacionada a esta zona del museo; ajustando dicha información con el reconocimiento de imágenes realizado. En la Figura 2.8 se puede observar cómo están distribuidos los beacons dentro de cada piso del museo. Es interesante observar que los autores colocaron beacons en todas las puertas de los ascensores, y el resto de los mismos están distribuidos a una distancia considerable para no superponer las zonas.



**Figura 2.8: Distribución de los beacons [Tsai et al., 2017].**

Los autores detallan en [Tsai et al., 2017] que para el testeo de usabilidad de la aplicación estuvieron involucrados cuatro expertos, dos de ellos diseñadores de interfaces interactivas y los otros dos integrantes del staff del museo con más de ocho años de experiencia brindando tours educativos dentro del museo.

### 2.1.3 *QuesTInSitu*: preguntas educativas posicionadas [Santos et al., 2014] [Melero and Hernández-Leo, 2017]

Los autores presentan en [Santos et al., 2014] la aplicación *QuesTInSitu*, el cual provee a los alumnos preguntas posicionadas, las cuales deben ser respondidas de manera in-situ a medida que los alumnos se van moviendo por el espacio físico. *QuesTInSitu* usa el GPS de los dispositivos móviles de los alumnos para posicionarlos. En la Figura 2.9 se pueden apreciar algunas pantallas que reciben los alumnos al usar *QuesTInSitu*.



Figura 2.9: Algunas pantallas de *QuesTInSitu* [Santos et al., 2014].

Como se menciona en [Santos et al., 2014], los docentes diseñan las preguntas posicionadas usando un mapa de base y luego éstas quedan disponibles para ser respondidas por los alumnos de manera in-situ. En la Figura 2.10 se puede observar la arquitectura propuesta por los autores.

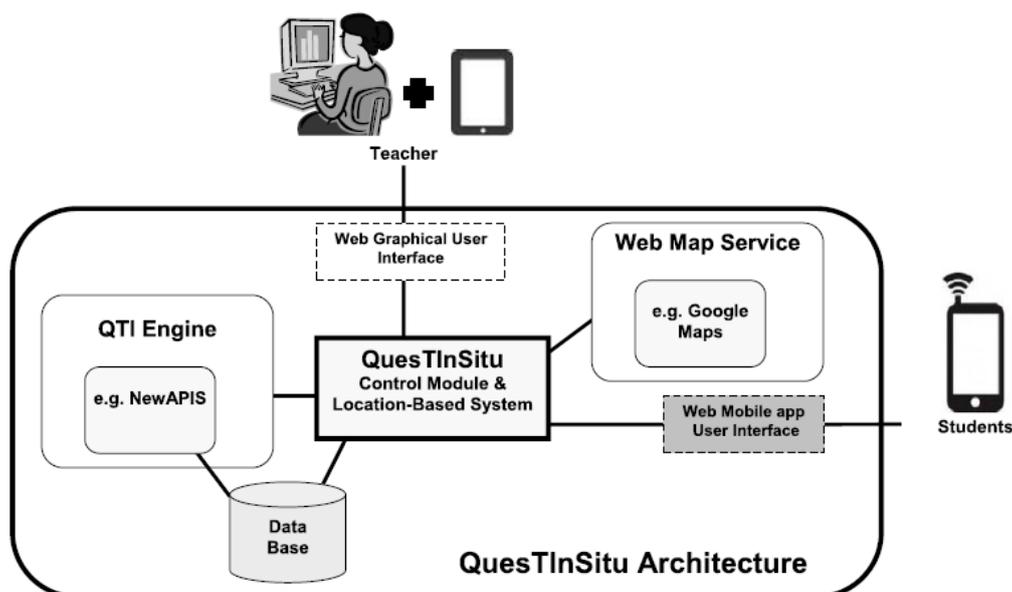


Figura 2.10: Arquitectura de *QuesTInSitu* [Santos et al., 2014].

Los docentes tienen la posibilidad de monitorear a los alumnos en tiempo real, como se puede observar en la Figura 2.11. De esta manera, pueden ir observando el comportamiento de los mismos, como así también cómo responden a las preguntas.

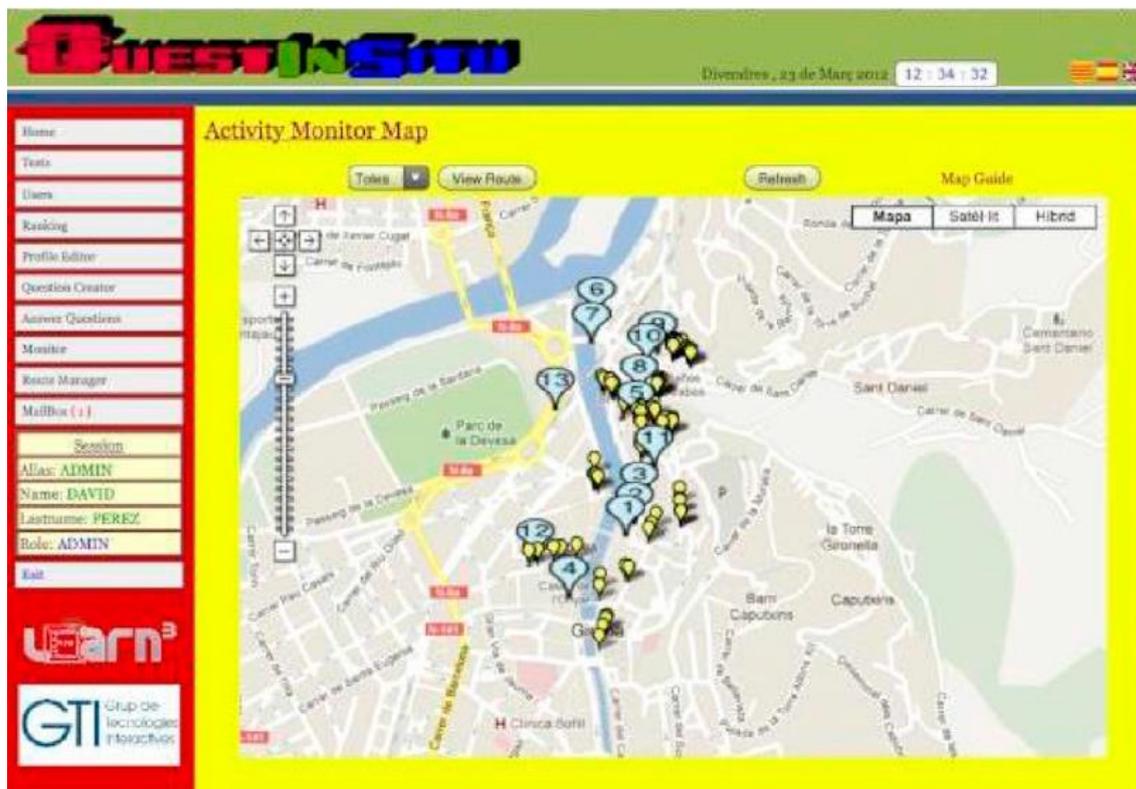


Figura 2.10: Monitoreo de los alumnos en tiempo real [Santos et al., 2014].

*QuesTInSitu* fue extendido y en [Melero and Hernández-Leo, 2017], los autores presentan “*QuesTInSitu: The Game*”, que consiste en una aplicación *Android* que contiene elementos propios de juegos como pistas y puntajes. Esta aplicación no solo permite ser usada en espacios outdoor sino también indoor. Para los espacios outdoor los autores usan mapas de *Google* mientras que para los espacios indoor usan imágenes estáticas. El posicionamiento se sigue realizando mediante el GPS en el caso de espacios outdoor, mientras que para espacios indoor los alumnos deben indicar su posición manualmente.

“*QuesTInSitu: The Game*” está diseñada para poder interpretar archivos XML y así instanciar diferentes juegos. Estos XML son especificados usando la metáfora de rompecabezas que los autores definen en [Melero and Hernández-Leo, 2017]; dicha metáfora divide el juego en diferentes partes las cuales permiten a los docentes ser guiados para poder diseñar cada juego. En la Figura 2.11 se puede observar un esquema de la metáfora.

En la Figura 2.12 se pueden ver las diferentes plantillas que deben ser completadas por los docentes para que estos luego sean transcritos a archivos XML y así poder obtener cada juego. Estas plantillas facilitan a los docentes el diseño de cada juego. Se puede observar que en la plantilla “*Slot*” se detalla la posición donde se brindará la pregunta, es decir, hay un acoplamiento entre contenido y posición reduciendo así la reutilización de estos contenidos.

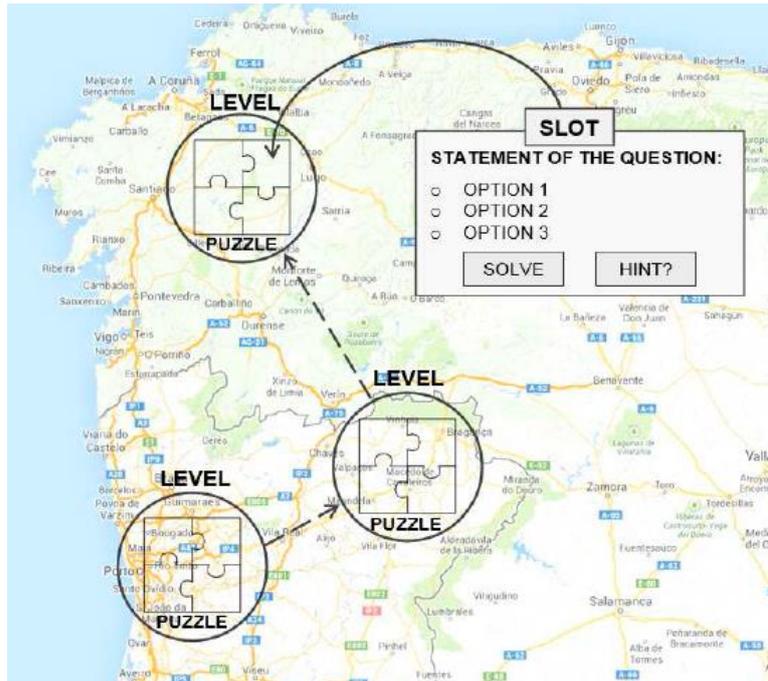


Figura 2.11: Metáfora de rompecabezas usada para el diseño [Melero and Hernández-Leo, 2017].

TITLE OF THE LOCATION-BASED GAME Name to identify the design	
DESCRIPTION General description about the game design (purpose of the game, learning objectives, etc.)	
GENERAL FEEDBACK Message that appears at the end of the game when all the levels have been completed. Several intervals of scores have to be defined, as well as their feedback	<input type="checkbox"/> scores
	<input type="checkbox"/> scores
	<input type="checkbox"/> scores
	<input type="checkbox"/> scores

LEVEL You can use as many 'level' tables as you want	
NAME Short name identifying the level/zone	
INTRODUCTION Text that either describes the level's (zone's) objectives or contextualizes the group of slots (questions)	
BONUS Extra points obtained when correctly answering all the group of slots (questions) for the particular level	
FEEDBACK Message that appears in relation with the obtained points once the level has been completed. Several intervals of scores have to be defined, as well as their associated textual message (feedback).	<input type="checkbox"/> scores
	<input type="checkbox"/> scores
	<input type="checkbox"/> scores
	<input type="checkbox"/> scores

SLOT Concrete location where students have to go to solve an activity			
LOCATION Location where the slot is placed			
CONTENT Statement describing the activity (e.g. question) that students have to solve			
PIECES Possible options to solve the activity. You can add as many pieces as needed.			
CONTENT (i.e. possible answer)	CORRECT? Is the piece correct or not?	Yes/ No	SCORE Amount of positive or negative scores
CONTENT (i.e. possible answer)	CORRECT? Is the piece correct or not?	Yes/ No	SCORE Amount of positive or negative scores
CONTENT (i.e. possible answer)	CORRECT? Is the piece correct or not?	Yes/ No	SCORE Amount of positive or negative scores
HINT Information to help solve the activity			

Figura 2.12: Plantillas usadas en “QuesTnSitu: The Game” [Melero and Hernández-Leo, 2017].

En [Melero and Hernández-Leo, 2017] se describe el co-diseño de cuatro experiencias usando las plantillas presentadas en la Figura 2.12; una vez que estas plantillas

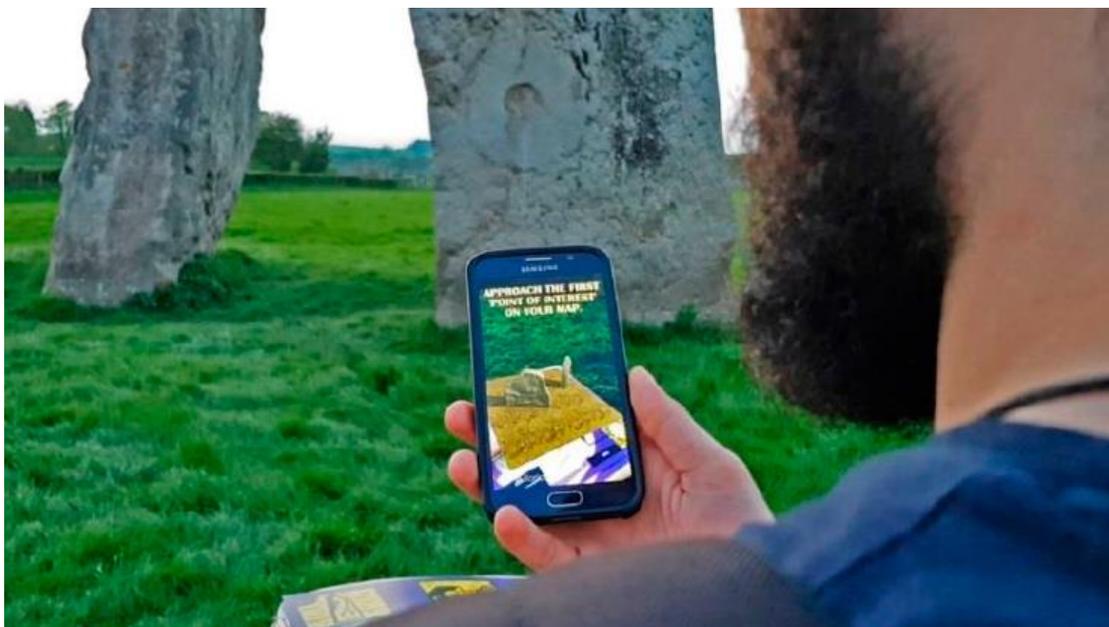
estuvieron definidas por los docentes involucrados, fueron convertidas por los tecnólogos a archivos XML. Es interesante destacar que estuvieron involucrados no solo docentes de diferentes disciplinas, sino también de diferentes establecimientos. En [Melero and Hernández-Leo, 2017] se menciona que esta etapa de co-diseño requirió que los docentes visitaran los lugares físicos para poder definir cuáles serían las posiciones relevantes en donde brindar cada pregunta de cada una de estas cuatro experiencias. Se indica que hubo una etapa iterativa para ir refinando cada experiencia, pero no se detalla cómo dicho proceso fue realizado.

#### **2.1.4 Avebury Portal: un juego móvil de realidad virtual en un sitio arqueológico [Shakouri and Tian, 2018]**

En [Shakouri and Tian, 2018] se presenta un juego móvil de realidad virtual que propone recorrer el sitio arqueológico *Avebury* para ir descubriendo, a medida que los usuarios caminan, “tesoros” virtuales escondidos en determinados lugares relevantes del espacio físico real.

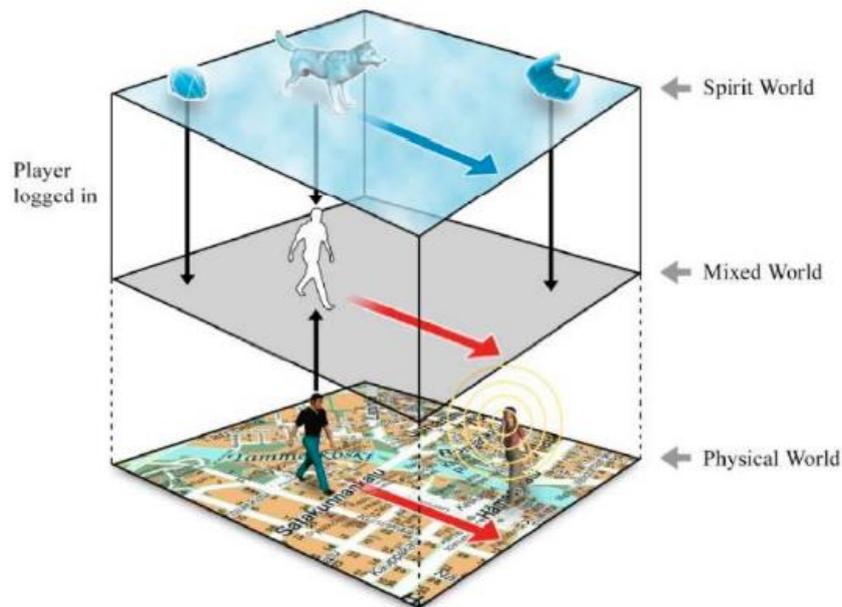
Los autores mencionan en [Shakouri and Tian, 2018] que generalmente, los tours que se realizan en estos sitios arqueológicos son explicativos y que los usuarios no tienen ningún tipo de interacción; esto es poco atractivo para los jóvenes, motivo por el cual los autores proponen el juego *Avebury Portal*. Dicho juego se plantea como una búsqueda de tesoros virtuales, los cuales van siendo descubiertos cuando los usuarios están físicamente en determinados lugares. Esta aplicación está diseñada como una prueba de conceptos para poder probar si motiva a los jóvenes a recorrer estos sitios.

En la Figura 2.13 se puede apreciar a un usuario interactuando con el juego *Avebury Portal*; recibiendo información virtual que se condice con el lugar físico donde se encuentra actualmente el usuario.



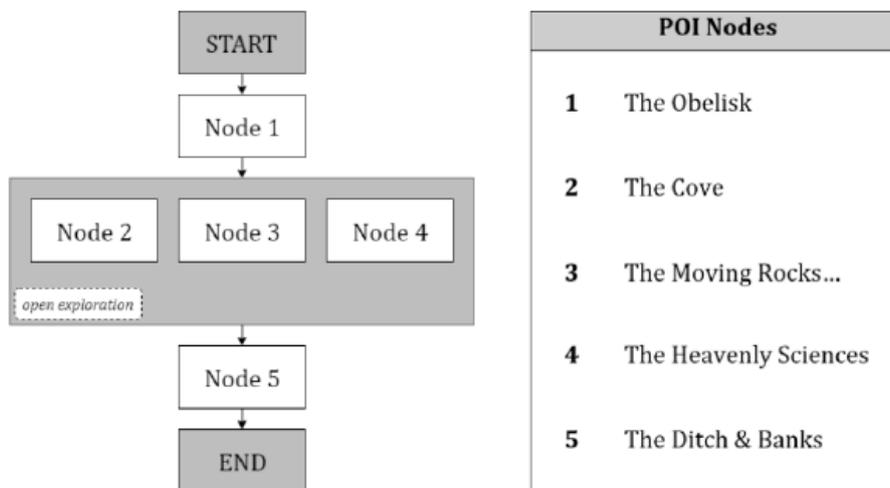
**Figura 2.13: Usuario interactuando con *Avebury Portal* [Shakouri and Tian, 2018].**

Los autores describen en [Shakouri and Tian, 2018] que utilizan la separación en capas que se muestra en la Figura 2.14 para combinar la capa virtual y física utilizada en *Avebury Portal*.



**Figura 2.14: Capas de Avebury Portal [Shakouri and Tian, 2018].**

Como se mencionó anteriormente, *Avebury Portal* propone una búsqueda del tesoro. En la Figura 2.15 se pueden observar los nodos que conforman esta búsqueda y cómo los mismos están organizados. Los autores utilizan una combinación entre una estructura lineal y una exploración libre de los nodos 2, 3 y 4. Estas estructuras se basan en el trabajo propuesto en [Hargood et al., 2016].



**Figura 2.15: Nodos que conforman Avebury Portal [Shakouri and Tian, 2018].**

En la Figura 2.16 se puede observar cómo los diferentes nodos se asocian con los lugares relevantes. Cabe mencionar que *Avebury Portal* utiliza el GPS y la brújula del dispositivo móvil para determinar dónde está posicionado el usuario, y hacia donde está mirando; y en base a esto, brindar la información virtual correspondiente.

En [Shakouri and Tian, 2018] no se brindan detalles de cómo dicho juego fue diseñado, sólo se menciona que la narrativa del juego está inspirada en leyendas neolíticas de la zona.



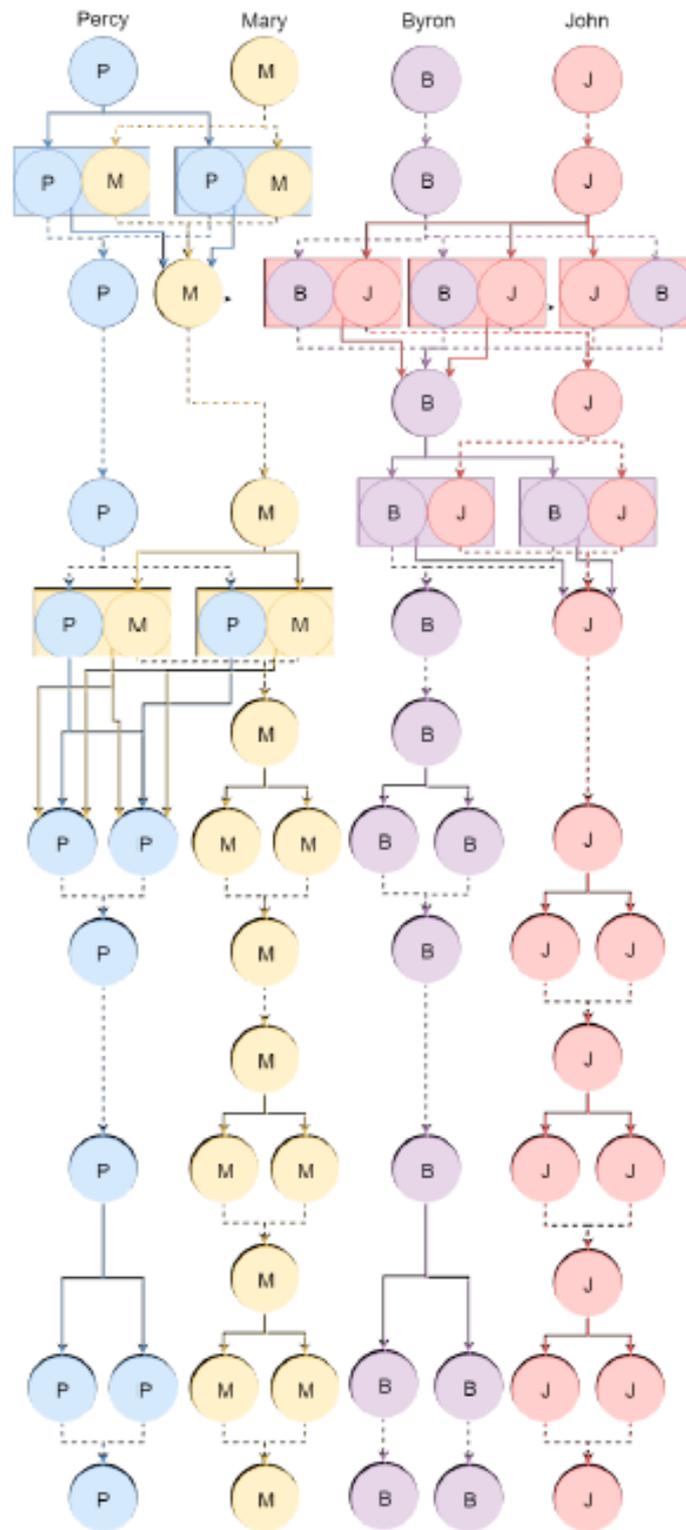
Figura 2.16: Posiciones relevantes de *Avebury Portal* [Shakouri and Tian, 2018].

### 2.1.5 *Shelley's Heart*: narrativa posicionada con múltiples lectores simultáneamente [Jones et al., 2018]

En [Jones et al., 2018] los autores definen la aplicación *Shelley's Heart*, una narrativa que tiene cuatro personajes. Cada uno tiene definida cierta información, pero además las decisiones de un personaje pueden impactar en lo que reciben los otros.

Los autores decidieron explorar en [Jones et al., 2018] la complejidad de este tipo de historias donde hay varios lectores vivenciando diferentes visiones de la misma historia, y cómo entre ellos pueden impactar en la historia que recibe el otro. Para definir la historia se basaron en las estructuras definidas en [Hargood et al., 2016] y en este proceso estuvieron involucrados diseñadores de juegos, tecnólogos como así también escritores.

En la Figura 2.17 se puede apreciar la estructura completa definida en *Shelley's Heart* para los cuatro personajes involucrados. Los autores detallan en [Jones et al., 2018] que la complejidad de este tipo de narrativa se incrementa cuando hay historias paralelas, no solo a nivel de cómo escribir dicha historia, sino también cómo diseñar el perfil de cada personaje.



**Figura 2.17: Estructura de *Shelley's Heart* [Jones et al., 2018].**

Cabe mencionar que además de la complejidad de la historia, la cual se puede apreciar en la Figura 2.17, se deben considerar los aspectos involucrados con el posicionamiento de varios personajes en el mismo lugar o zona. Los autores mencionan en [Jones et al., 2018] que el posicionamiento se realiza utilizando el GPS del dispositivo, sin embargo, no entran en detalle sobre esta temática.

## 2.2 Herramientas para crear Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento

En esta sección se presentan algunas herramientas existentes que permiten diseñar o crear *Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento*; las mismas fueron seleccionadas porque presentan diferentes características que permiten apreciar la variabilidad que involucra la creación de este tipo de aplicaciones.

### 2.2.1 *AugmentedWorld*: crear preguntas posicionadas [Barak and Asakle, 2018]

*AugmentedWorld* es una herramienta web basada en mapas que permite a docentes y alumnos crear preguntas posicionadas. Este posicionamiento puede ser global, es decir abarcar todo el mundo, o contar con posiciones más concretas como un edificio; no abarcan posiciones dentro de los edificios. En la Figura 2.18 se puede observar el editor usado para generar las preguntas, las cuales pueden ser de diferentes tipos.

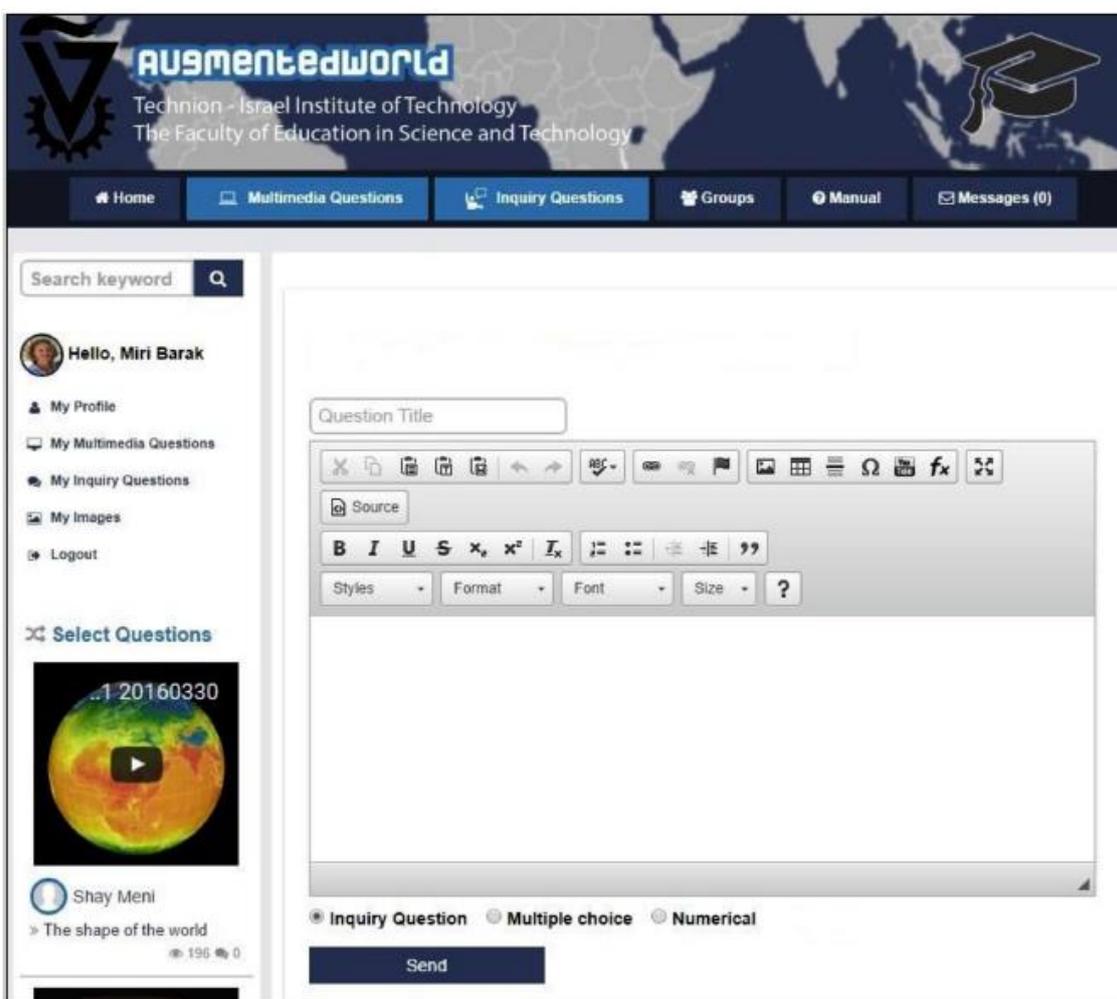
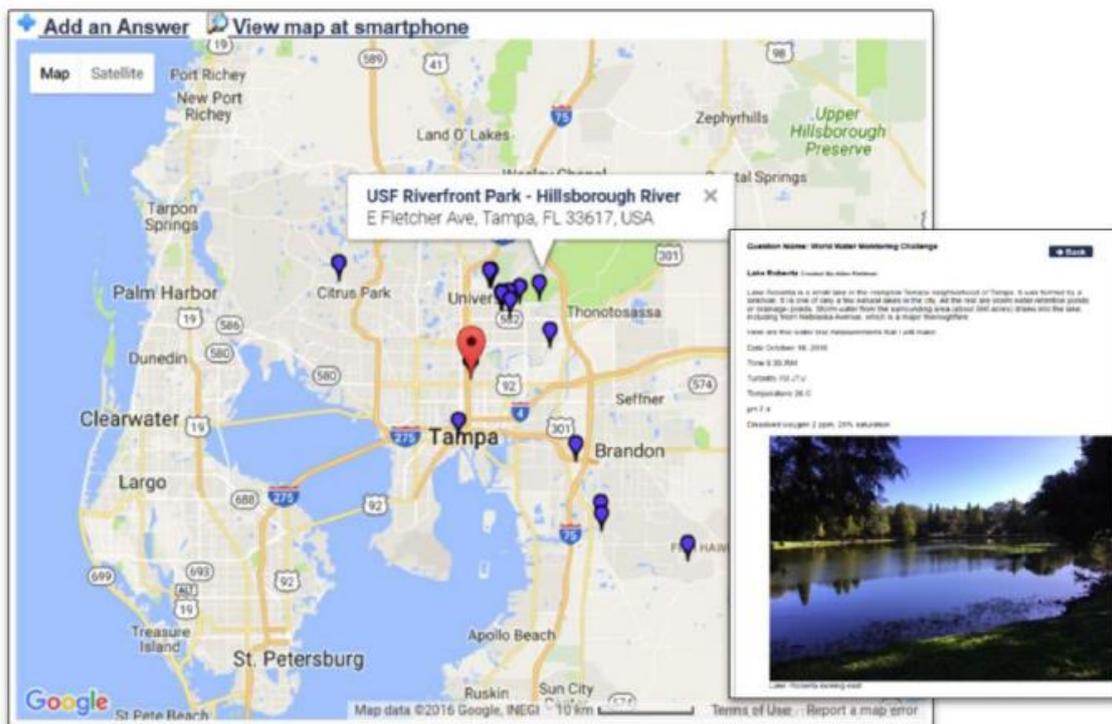


Figura 2.18: Editor de *AugmentedWorld* para generar las preguntas posicionadas [Barak and Asakle, 2018].

Las preguntas pueden ser respondidas por diferentes usuarios (por ejemplo, otros alumnos). *AugmentedWorld* cuenta con la particularidad que por cada pregunta se genera un mapa de respuestas posicionadas. Es decir, cada pregunta tiene su propio espacio de trabajo colaborativo donde se recolectan las respuestas.

En la Figura 2.19 se pueden apreciar las respuestas relacionadas a una pregunta realizada, cada una de estas respuestas tiene su propia posición.



**Figura 2.19: Respuestas asociadas a una pregunta posicionada [Barak and Asakle, 2018].**

*AugmentedWorld* permite que los usuarios sean creadores de contenidos, tanto preguntas como así también respuestas; sin embargo, no co-diseñan en conjunto dichos contenidos.

En [Barak and Asakle, 2018] los docentes mencionan que no es una tarea sencilla generar preguntas posicionadas en lugares significativos o preguntas contextualizadas, por eso la mayoría de las veces, las preguntas que generan los usuarios (docentes o alumnos) están más asociadas a áreas generales, como por ejemplo, un bosque.

### **2.2.2 SILO: crear juegos móviles basados en posicionamientos [Wake, 2013], [Wake et al., 2018]**

*SILO* [Wake et al., 2018] es una herramienta de autor web que permite a alumnos crear juegos móviles basados en posicionamiento para espacios outdoor. Esta herramienta está basada en mapas y facilita la creación de misiones posicionadas en diferentes lugares del espacio físico. Además, permite definir límites de tiempo como así también pistas.

En la Figura 2.20 se puede observar la pantalla de la herramienta SILO, donde se puede especificar el contenido y a su vez visualizar la posición del mismo en el mapa. Dicho contenido está acoplado a la posición (latitud, longitud), no permitiendo la reutilización del mismo.

Los juegos definidos con SILO siguen una estructuración lineal, como se puede observar en la Figura 2.20 donde hay una relación entre ambas posiciones definidas. En la Figura 2.21 se presentan algunas pantallas de un juego creado con SILO.

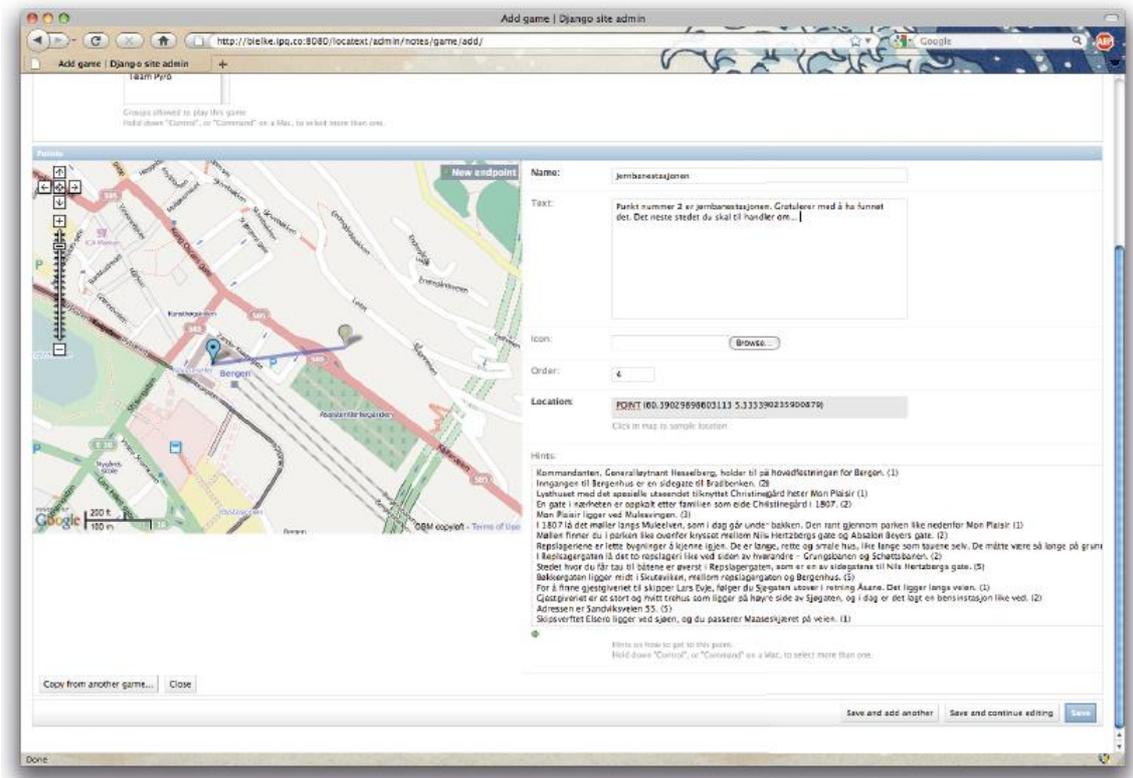


Figura 2.20: Creación usando SILO [Wake, 2013].

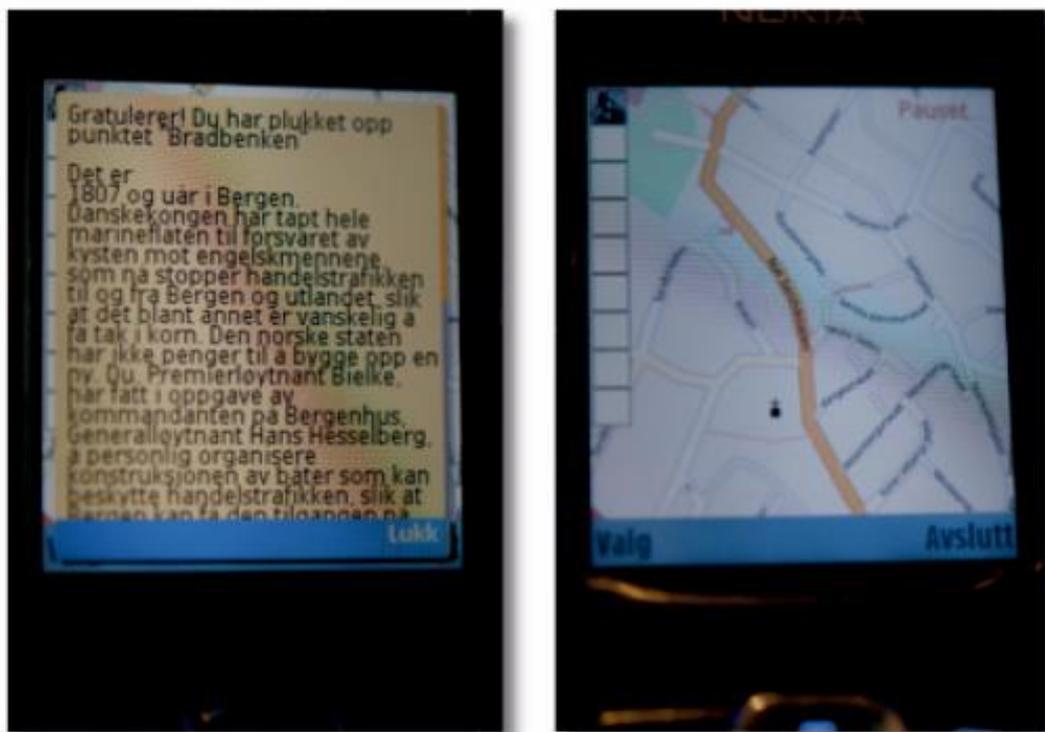


Figura 2.21: Pantallas de un juego generado con SILO [Wake, 2013].

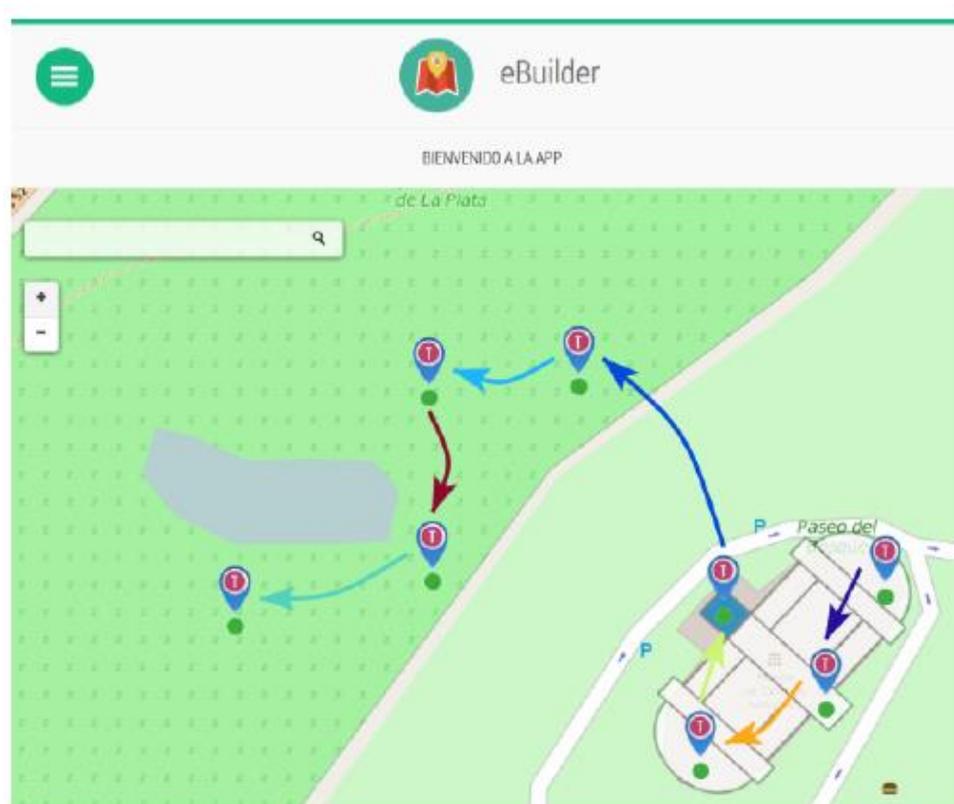
Como se menciona en [Wake et al., 2018]; los juegos son diseñados por los alumnos en diferentes iteraciones, donde por ejemplo, deben acordar cuáles son los lugares relevantes para brindar información o cuál es la forma en la que el juego propone

recorrer esos lugares. De esta manera, los alumnos refinan los juegos, es decir, hay un co-diseño, no solo del contenido, sino también de los lugares relevantes. Los autores mencionan que es un desafío encontrar lugares físicos interesantes donde decir algo relacionado al tema del juego, además de lograr coherencia con la secuencia del juego.

### 2.2.3 Herramienta de autor para crear o definir contenidos posicionados en espacios indoor-outdoor [Alconada Verzini et al., 2015b], [Zimbello et al., 2017]

En [Alconada Verzini et al., 2015b] los autores proponen una herramienta de autor que permite diseñar in-situ contenido posicionado tanto para espacios indoor como outdoor. Estos contenidos pueden estar estructurados de manera secuencial o libre como se propone en [Millard et al., 2013].

En la Figura 2.22 se pueden apreciar varios contenidos posicionados, algunos de estos en un espacio outdoor, mientras otros se encuentran indoor. Además, se puede observar que dichos contenidos se estructuran de manera secuencial.

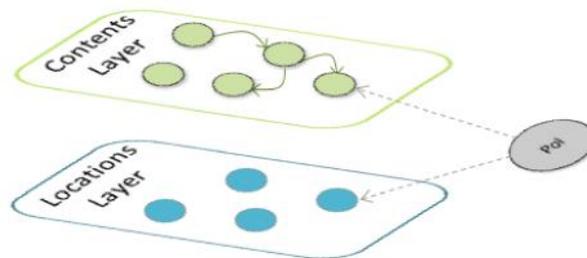


**Figura 2.22: Contenidos posicionados en un espacios indoor-outdoor [Alconada Verzini et al., 2015b].**

Al usarse de manera in-situ, la herramienta propuesta en [Alconada Verzini et al., 2015b] usa los datos del GPS para posicionar el contenido en espacios outdoor. Mientras que para espacios indoor, como la herramienta está pensada para edificios que no cuentan con ningún mecanismo de sensado; el usuario debe posicionar manualmente el contenido sobre el mapa indoor moviendo el marker a la posición que crea adecuada. Para cada nuevo contenido posicionado en un espacio indoor, la herramienta genera un nuevo código QR; estos códigos luego deben ser colocados en

el lugar para que las aplicaciones generadas con dicha herramienta pueden brindar los contenidos mediante la lectura de los mismos.

Para lograr independencia entre los contenidos y posiciones, los autores definen en [Alconada Verzini et al., 2015b] una separación en capas como se puede observar en la Figura 2.23. Cabe mencionar que esta separación es transparente para los usuarios de la herramienta, pero gracias a esta separación se pueden reutilizar ambas capas.



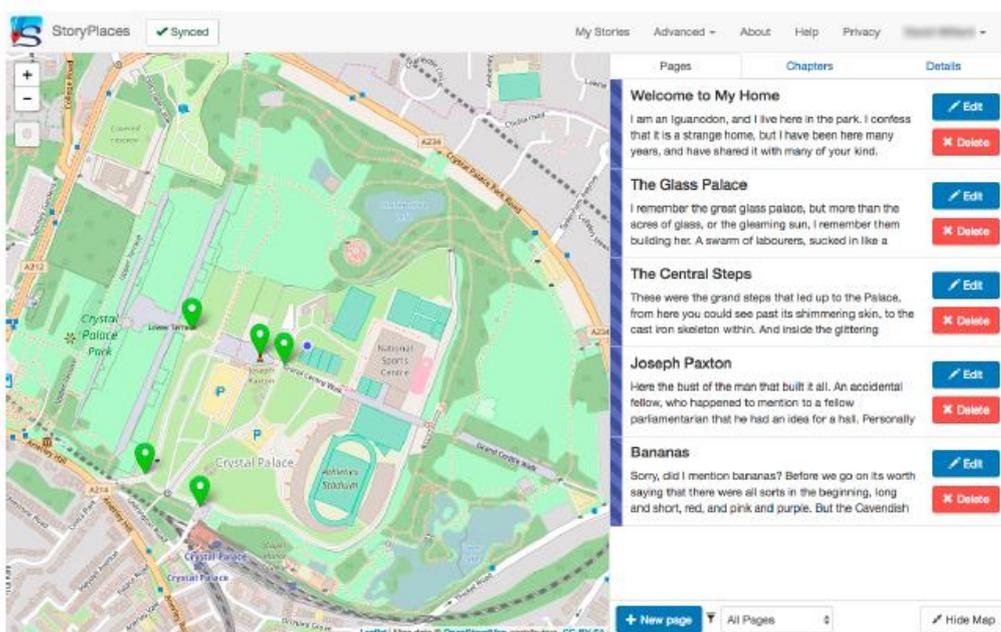
**Figura 2.23: Separación en capas usada en la herramienta presentada en [Alconada Verzini et al., 2015b].**

En [Zimbello et al., 2017] se presenta una extensión de la herramienta brindando la posibilidad de posicionar contenido educativo. Todavía, esta herramienta como su extensión, no derivan aplicaciones funcionales, sino que exportan lo definido en archivos XML. Sin embargo, es de interés presentar dichas herramientas porque proponen un primer abordaje al diseño in-situ en espacios indoor.

#### 2.2.4 *StoryPlaces*: narrativas hipermediales posicionadas [Hargood et al., 2018]

En [Hargood et al., 2018] se presenta *StoryPlaces*, una herramienta de autor para la creación in-situ de narrativas hipermediales posicionadas, en particular para espacios outdoor; esto se debe que para posicionar las narrativas se utiliza la posición GPS del dispositivo móvil del usuario.

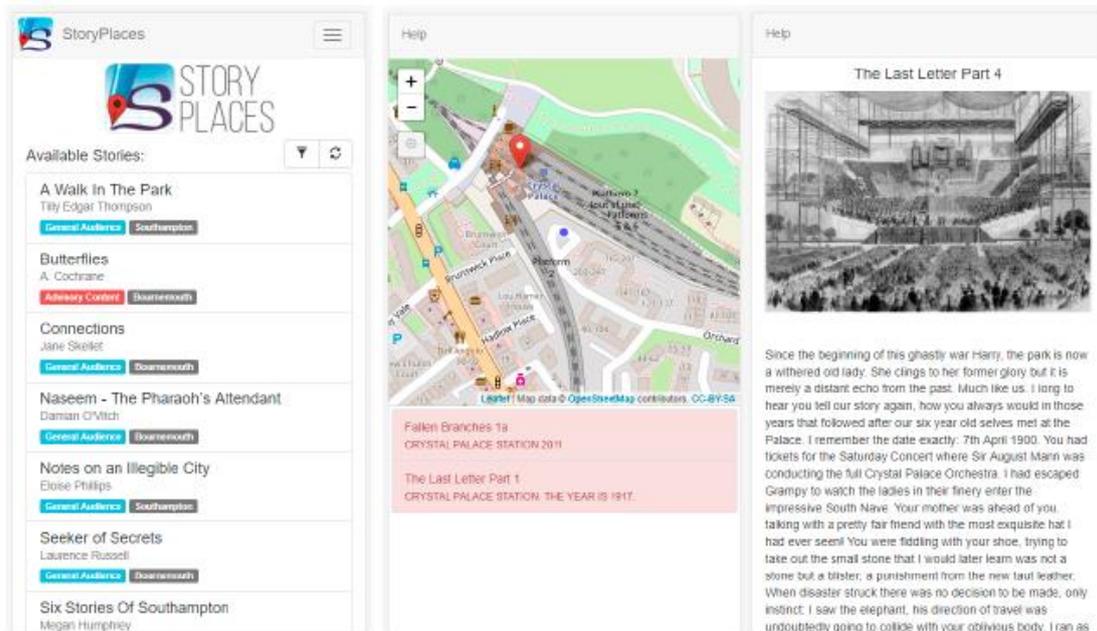
En la Figura 2.24 se puede apreciar la pantalla de la herramienta de autor *StoryPlaces*.



**Figura 2.24: Herramienta de autor *StoryPlaces* [Hargood et al., 2018].**

*StoryPlaces* está pensada para ser usada in-situ pero también puede ser utilizada de manera remota; esto permite acorde a lo mencionado en [Hargood et al., 2018], ir bosquejando in-situ con un dispositivo móvil las posiciones relevantes y luego refinar las narrativas en una computadora.

En la Figura 2.25 se puede observar cómo un usuario puede visualizar una narrativa creada por la herramienta *StoryPlaces*.



**Figura 2.25: Vista de un usuario de una narrativa posicionada creada con *StoryPlaces* [Hargood et al., 2018].**

Las historias creadas con *StoryPlaces* son co-diseñadas mediante un equipo interdisciplinario de informáticos, académicos literarios y escritores como se menciona en [Hargood et al., 2018]. Estas narrativas son creadas por la herramienta de autor y almacenadas en un servidor para que luego los usuarios puedan vivenciarlas.

En la Figura 2.25 se puede observar la arquitectura propuesta en [Hargood et al., 2018], donde se cuenta con una herramienta de autor, pero también con otra herramienta que facilita la lectura de las narrativas hipermediales posicionadas. Este tipo de arquitectura facilita poder contar con aplicaciones funcionales a medida que los autores van definiendo narrativas. Esto es posible porque al tratarse de hipermedia (páginas Web) su visualización y forma de interacción es clara y no requiere ninguna infraestructura particular. En la Figura 2.26 se detallan también las tecnologías utilizadas en cada capa de la arquitectura propuesta en [Hargood et al., 2018].

En la Figura 2.26 se puede observar el esquema en relación a los datos representados en las narrativas. Se puede apreciar que las páginas tienen condiciones como, por ejemplo, la posición donde debe brindarse la misma. Esto es usado por la herramienta de lectura para que cuando el usuario está posicionado en ese lugar se brinde la página correspondiente.

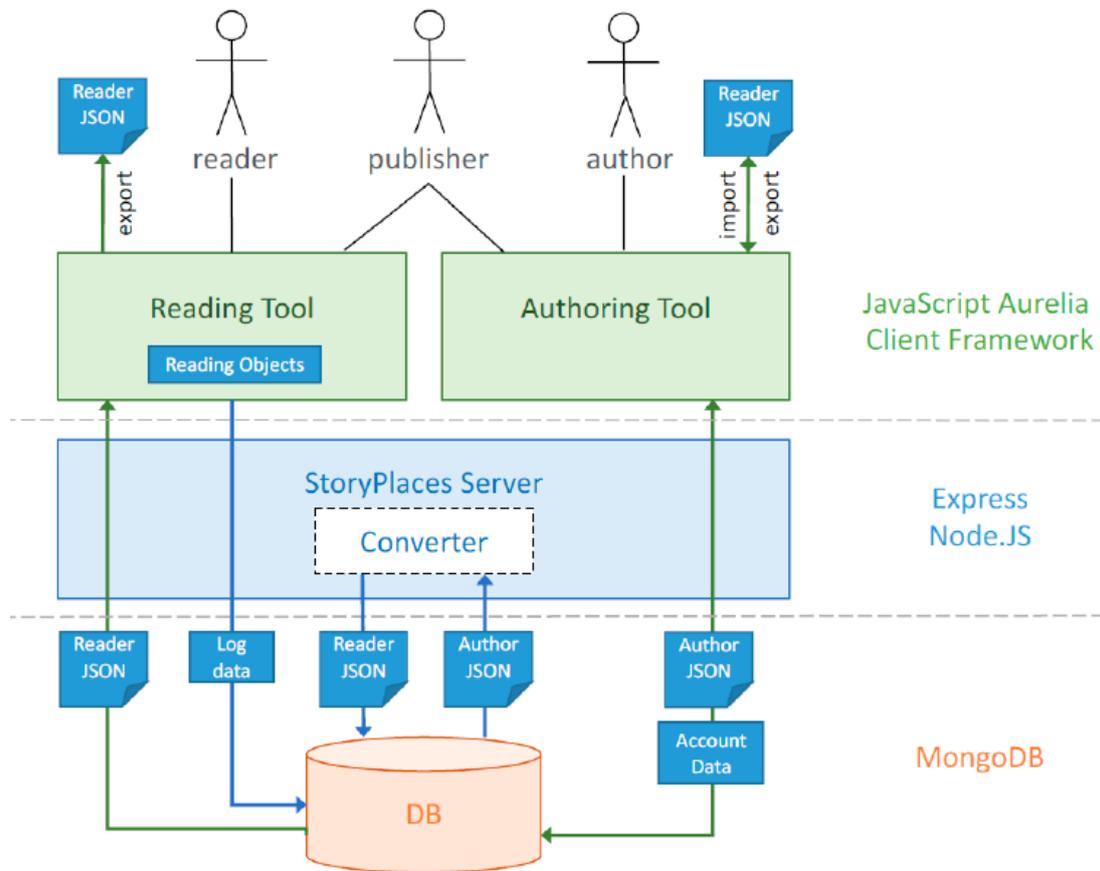


Figura 2.26: Arquitectura propuesta en [Hargood et al., 2018].

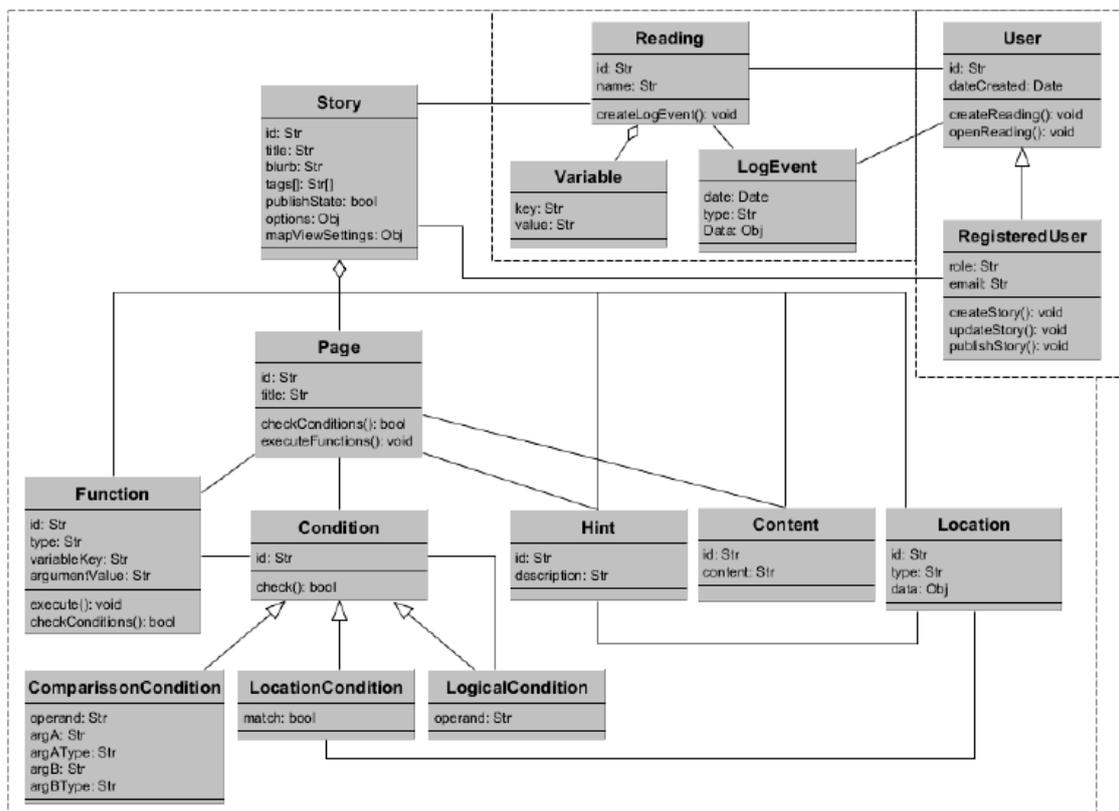


Figura 2.27: Esquema usado en *StoryPlaces* [Hargood et al., 2018].

### 3. Framework conceptual para caracterizar las Herramientas de autor para co-diseñar in-situ Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento

En base al relevamiento realizado en el Capítulo 2, en este capítulo se realiza una caracterización de las *Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento* como así también de los aspectos a ser considerados por las herramientas de autor para este tipo de aplicaciones. En base a esta caracterización se define un framework conceptual para facilitar la creación de nuevas herramientas de autor destinadas a co-diseñar in-situ Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento. En particular, en esta tesina se pondrá una herramienta en base a este framework.

#### 3.2 Caracterización de las Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento

En esta sección se realizará un resumen de las aplicaciones presentadas en el Capítulo 2, buscando caracterizar las mismas. En la Tabla 3.1 se pueden observar las características generales de las aplicaciones presentadas en la Sección 2.1. En dicha tabla se detallan los distintos dominios de aplicación, pudiendo apreciar cómo los mismos pueden abarcar tanto entretenimiento, contenido educativo, como cultural. Es decir, el dominio de estas aplicaciones es variado.

**Tabla 3.1: Resumen de las características generales de las aplicaciones presentadas en la Sección 2.1.**

	Dominio	Indoor- Outdoor	Mecanismo de Posicionamiento	Estructura
<b>Sección 2.1.1</b> [Alconada Verzini et al., 2015a]	Entretenimiento	Indoor	Códigos QR	Lineal
<b>Sección 2.1.2</b> [Tsai et al., 2017]	Cultural – Museo	Indoor	Beacons	Libre
<b>Sección 2.1.3</b> [Shakouri and Tian, 2018]	Cultural - Arqueológico	Outdoor	GPS (sumado a la información de la brújula)	Híbrida
<b>Sección 2.1.4</b> [Santos et al., 2014] [Melero and Hernández-Leo, 2017]	Educativo	Indoor - Outdoor	GPS – Indicación Manual	Libre
<b>Sección 2.1.5</b> [Jones et al., 2018]	Entretenimiento	Outdoor	GPS	Híbrida

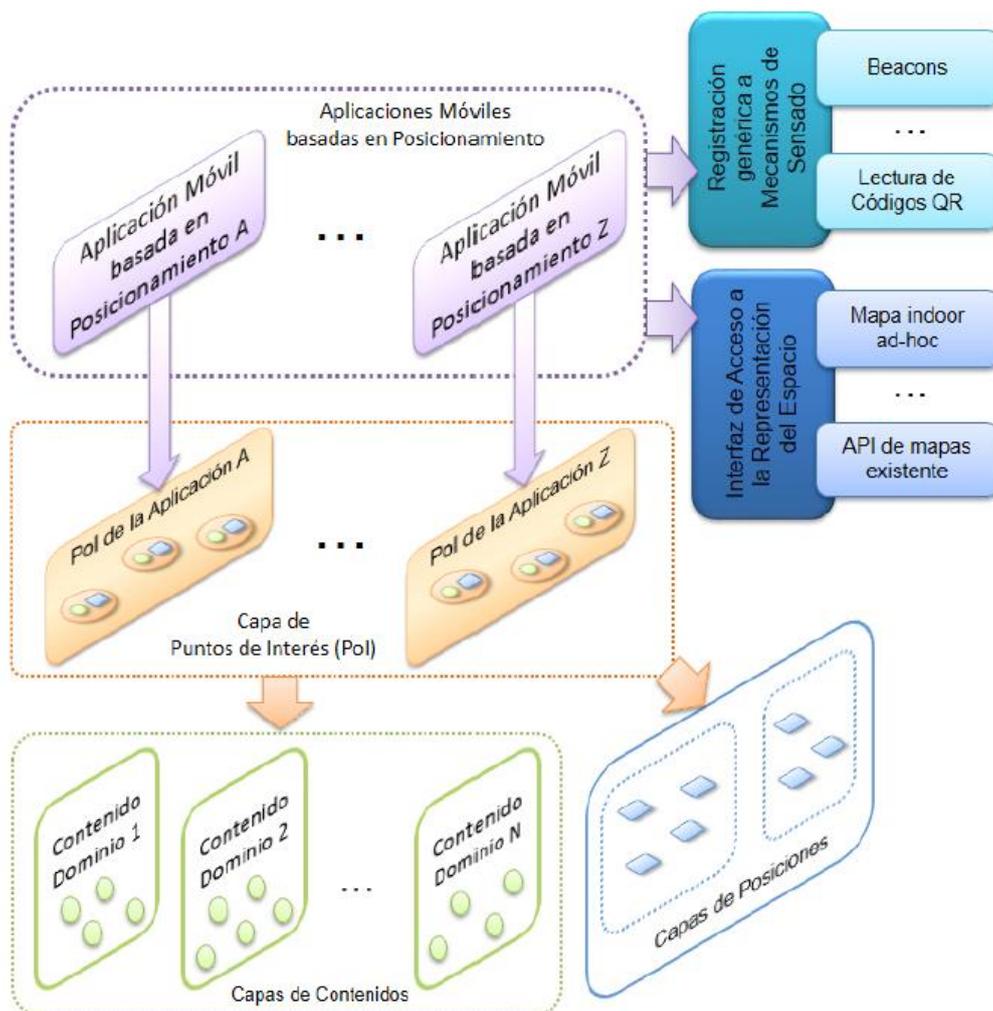
Además, en la Tabla 3.1 se detallan los espacios donde las aplicaciones son usadas; algunas de estas sólo en espacios indoor, otras en espacios outdoor; y algunas incluso hacen un uso mixto del espacio. Cada una de estas aplicaciones hace uso de diferentes mecanismos de sensado de posicionamiento, siendo GPS el mecanismo

usado para espacios outdoor; y en el caso de los espacios indoor estos mecanismos pueden variar entre, por ejemplo, códigos QR, beacons o indicaciones manuales.

En la Tabla 3.1 además se especifica el tipo de estructura que está involucrada en cada una de las aplicaciones analizadas en la Sección 2.1. Esta clasificación se basa en las estructuras detalladas en [Hargood et al., 2016]. Cada una de estas estructuras propone a los usuarios diferentes formas de recorrer el espacio físico.

A partir de la caracterización presentada en la Tabla 3.1 se puede apreciar la variabilidad presente en este tipo de aplicación. En [Challiol et al., 2017] se consideran estos puntos de variabilidad, y se propone un framework conceptual que permite desacoplar diferentes características de las Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento; con el fin que las mismas puedan adaptarse y evolucionar en el tiempo.

En la Figura 3.1 se puede apreciar el framework conceptual presentado en [Challiol et al., 2017]; este desacopla tanto los mecanismos de posicionamiento como la representación del espacio físico, permitiendo que estos puedan combinarse o variar en el tiempo. Además, se propone desacoplar el contenido de las posiciones, como así también las estructuras de estas aplicaciones (acorde a lo definido en [Hargood et al., 2016]).



**Figura 3.1: Framework conceptual propuesto en [Challiol et al., 2017] para diseñar Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento.**

Cabe mencionar que el framework conceptual propuesto en [Challiol et al., 2017] se focaliza en describir el diseño de las aplicaciones, pero no se aborda cómo una herramienta de autor podría asistir a los usuarios en este proceso.

En la Tabla 3.2 se detalla cómo las aplicaciones presentadas en la Sección 2.1 abordan el diseño de las mismas. En [Tsai et al., 2017] y [Shakouri and Tian, 2018] no se brindan detalles del equipo involucrado, ni del proceso de diseño de las mismas. La aplicación presentada en la Sección 2.1.4. tiene dos etapas; en la primera los docentes co-diseñan el contenido, y luego esto es usado por los tecnólogos para instanciar los juegos. En este caso no hay interacción entre tecnólogos y docentes para un co-diseño conjunto del contenido. El co-diseño realizado por un equipo multidisciplinario, está presente tanto en [Alconada Verzini et al., 2015a] como en [Jones et al., 2018]. Además, en [Alconada Verzini et al., 2015a] se detalla que este co-diseño involucró visitar el lugar para decidir los lugares donde las actuaciones se iban a llevar a cabo.

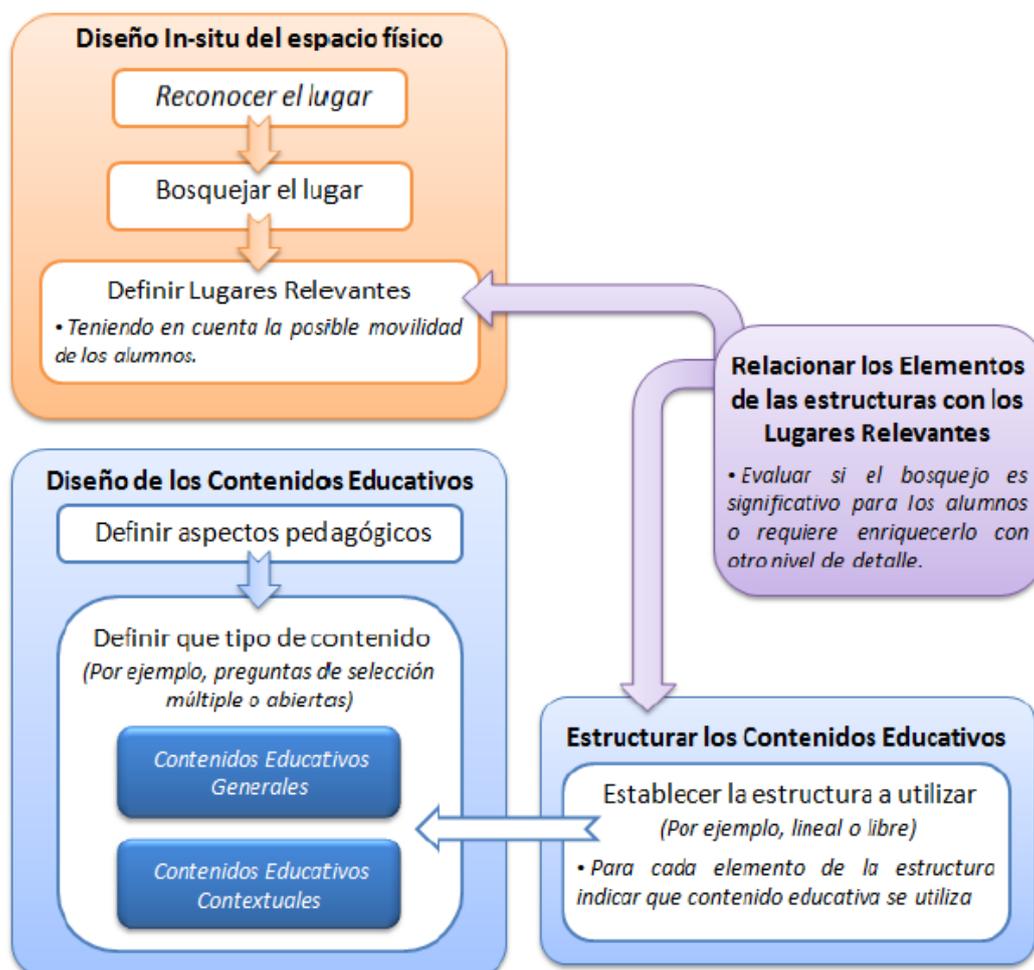
**Tabla 3.2: Diseño de las aplicaciones presentadas en la Sección 2.1.**

	<b>Diseño de la Aplicación</b>	<b>Equipo Involucrado</b>
<b>Sección 2.1.1</b> [Alconada Verzini et al., 2015a]	Co-diseñada por el equipo involucrado. Implicó visitar el edificio para determinar, por ejemplo, los lugares de las actuaciones.	Director de teatro y Tecnólogos
<b>Sección 2.1.2</b> [Tsai et al., 2017]	Sólo se menciona que se usó de base una aplicación previa del museo.	-
<b>Sección 2.1.3</b> [Shakouri and Tian, 2018]	Sólo se menciona que la narrativa del juego está inspirada en leyendas neolíticas de la zona.	-
<b>Sección 2.1.4</b> [Santos et al., 2014] [Melero and Hernández-Leo, 2017]	Los docentes co-diseñan las preguntas posicionadas mediante plantillas y luego esta información es usada por los tecnólogos para instanciar los juegos.	Docentes y Tecnólogos
<b>Sección 2.1.5</b> [Jones et al., 2018]	Co-diseñada por el equipo involucrado.	Escritores, diseñadores de juegos y Tecnólogos

De esta manera se puede observar que en algunos casos hay un equipo de trabajo involucrado en el co-diseño de la mismas, y que éstos pueden coordinarse de diferentes maneras.

En [Lliteras et al., 2017] se propone un framework conceptual para aplicaciones educativas móviles basadas en posicionamiento. En particular, este framework se focaliza en la etapa de diseño de este tipo de aplicaciones y cómo dicho diseño puede ser abordado por un equipo multidisciplinario. Este framework se muestra en la Figura 3.2. El mismo separa el diseño del espacio físico del diseño de los contenidos

educativos; ya que los autores buscan reutilizar ambas capas. Se puede notar que en el caso del espacio físico se propone identificar los lugares relevantes.



**Figura 3.2: Framework propuesto en [Lliteras et al., 2017] enfocado en la etapa de diseño conceptual.**

El framework propuesto en [Lliteras et al., 2017] no brinda pautas de guía como si lo hacen las plantillas presentadas en [Melero and Hernández-Leo, 2017]. Sin embargo, en [Melero and Hernández-Leo, 2017] dichas plantillas acoplan contenido y posiciones, algo que se propone desacoplar en el framework propuesto en [Lliteras et al., 2017].

Cabe mencionar que el framework conceptual propuesto en [Lliteras et al., 2017] se focaliza en el co-diseño de las aplicaciones por parte de un equipo multidisciplinario, pero no menciona cómo esto podría ser abordado desde una herramienta de autor que permita asistir al equipo en este proceso.

Las aplicaciones presentadas en la Sección 2.1 además presentan distintas complejidades adicionales propias del tipo de aplicación, que se resumen en la Tabla 3.3. Se puede observar en dicha tabla que esta complejidad debería ser abordada por herramientas de autor que brinden soporte a la creación de este tipo de aplicaciones.

A partir de lo antes descrito, se puede empezar a observar la complejidad que puede tener diseñar una herramienta de autor para abordar la variabilidad presente en este

tipo de aplicaciones, para no solo considerar características comunes como las detalladas en la Figura 3.1 sino también particularidades como las presentadas en la Tabla 3.3.

**Tabla 3.3: Complejidad adicional de las aplicaciones presentadas en la Sección 2.1.**

	<b>Complejidad adicional</b>
<b>Sección 2.1.1</b> [Alconada Verzini et al., 2015a]	Coordinar en tiempo real una aplicación móvil y actores reales
<b>Sección 2.1.2</b> [Tsai et al., 2017]	Implementar características de Realidad Aumentada
<b>Sección 2.1.3</b> [Shakouri and Tian, 2018]	Implementar características de Realidad Virtual
<b>Sección 2.1.4</b> [Santos et al., 2014] [Melero and Hernández-Leo, 2017]	Seguimiento en tiempo real de las posiciones actuales de los alumnos
<b>Sección 2.1.5</b> [Jones et al., 2018]	Considerar múltiples lectores simultáneamente

Veamos a continuación el análisis de las herramientas de autor presentadas en la Sección 2.2. En la Tabla 3.4 se pueden observar que estas herramientas están destinadas a diferentes dominios, la mayoría de ellas a ser usadas en espacios outdoor y utilizan GPS como mecanismo de posicionamiento. Sólo la herramienta presentada en la Sección 2.2.3 está pensada para espacios outdoor-indoor, y hace uso además del GPS, de códigos QR. Estas herramientas proponen generar aplicaciones que recorran el espacio de manera libre o lineal (acorde a lo definido en [Hargood et al., 2016]).

**Tabla 3.4: Resumen de las características generales de las herramientas de autor presentadas en la Sección 2.2.**

	<b>Dominio</b>	<b>Indoor-Outdoor</b>	<b>Mecanismo de Posicionamiento</b>	<b>Estructura</b>
<b>Sección 2.2.1</b> [Barak and Asakle, 2018]	Preguntas posicionadas	Outdoor	-	Libre
<b>Sección 2.2.2</b> [Wake, 2013],[Wake et al., 2018]	Juegos Móviles basados en Posicionamiento	Outdoor	GPS	Lineal
<b>Sección 2.2.3</b> [Alconada Verzini et al., 2015b], [Zimbello et al., 2017]	Contenido Posicionado	Indoor-outdoor	GPS – Códigos QR	Lineal o Libre
<b>Sección 2.2.4</b> [Hargood et al., 2018]	Narrativas Hipermediales Posicionadas	Outdoor	GPS	-

En la Tabla 3.5 se realiza un resumen de las características de diseño involucradas en relación a cada una de las herramientas descritas en la Sección 2.2. Se puede apreciar que dos de las herramientas están pensadas para abordar un co-diseño de las aplicaciones. Este tipo de herramientas son de principal interés para el objetivo de esta tesina.

Como se menciona en la Tabla 3.5 el proceso para ir refinando dichas aplicaciones es iterativo; esto implica ir realizando acuerdos entre los miembros del equipo para lograr cada una de las aplicaciones. De estas dos herramientas, sólo la presentada en la Sección 2.2.4 permite realizar un diseño in-situ, destacando que esto es útil para bosquejar las posiciones relevantes y luego refinar las narrativas desde una computadora. Además, se menciona que este proceso puede requerir visitar los lugares para ir refinando las narrativas. Es decir, la herramienta presentada en la Sección 2.2.4 guarda más relación con el objetivo de la presente tesina; sin embargo, la misma está pensada para ser usada en espacios outdoor.

**Tabla 3.5: Diseño involucrado en relación a las herramientas de autor presentadas en la Sección 2.2.**

	Tipo de diseño	Forma de diseño	Metodología usada
<b>Sección 2.2.1</b> [Barak and Asakle, 2018]	Diseño individual	Basada en mapas	Cada usuario crea sus propias preguntas de manera individual usando un mapa de base.
<b>Sección 2.2.2</b> [Wake, 2013], [Wake et al., 2018]	Co-diseño	Basada en mapas	Grupalmente los alumnos co-diseñan el contenido del juego decidiendo las posiciones relevantes del mismo. Esto involucra un proceso de iteración para ir refinando los juegos. Las posiciones son seleccionadas usando un mapa de base, y deben ser acordadas por todo el grupo.
<b>Sección 2.2.3</b> [Alconada Verzini et al., 2015b], [Zimbello et al., 2017]	Diseño individual	In-situ	Cada usuario va recorriendo el espacio físico y en cada lugar puede ir decidiendo qué contenido se desea crear.
<b>Sección 2.2.4</b> [Hargood et al., 2018]	Co-diseño	In-situ	Grupalmente el equipo multidisciplinario va decidiendo las narrativas posicionadas, para esto recorren el lugar de manera in-situ para ir bosquejando las posiciones relevantes y luego refinar las narrativas en una computadora. Este proceso puede requerir visitar los lugares.

En la Tabla 3.6 se presenta un resumen de la complejidad relacionada al tipo de herramienta y se puede notar que en las herramientas de autor presentadas en las Secciones 2.2.1 y 2.2.2 la complejidad se centra en el posicionamiento adecuado del contenido y en lograr una concordancia. Esto podría estar ocasionado por el tipo de

herramientas que son, ya que ambas son basadas en mapas; por lo tanto, los usuarios no pueden apreciar las características del espacio físico.

La herramienta presentada en la Sección 2.2.3 es la única que aborda el diseño indoor, y en base a esto, su complejidad radica en brindar una solución para espacios que no cuentan con mecanismos de sensado. Acorde a esto, los autores proponen crear nuevos códigos QR para ser pegados luego en el lugar, y así lograr posicionar contenido. Por último, en cuanto a la complejidad de la herramienta presentada en la Sección 2.2.4, gira en torno a comprender cómo un determinado grupo del equipo multidisciplinario genera contenido; es decir, el trabajo de co-diseño puede implicar poder apreciar distintas visiones de cada uno de los perfiles de los involucrados en el equipo multidisciplinario.

**Tabla 3.6: Complejidad relacionada en las herramientas de autor presentadas en la Sección 2.2.**

	<b>Complejidad en relación al tipo de herramienta</b>
<b>Sección 2.2.1</b> [Barak and Asakle, 2018]	Generación de preguntas contextualizadas.
<b>Sección 2.2.2</b> [Wake, 2013], [Wake et al., 2018]	Definir juegos con contenido significativo encontrando lugares relevantes acordes a la secuencia del juego.
<b>Sección 2.2.3</b> [Alconada Verzini et al., 2015b], [Zimbello et al., 2017]	Abordar la creación de aplicaciones indoor en lugares que no tienen mecanismos de sensado.
<b>Sección 2.2.4</b> [Hargood et al., 2018]	Comprender cómo los escritores estructuran los contenidos.

De esta manera, se pudo observar una caracterización tanto de *Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento*, como de algunas herramientas de autor existentes para este tipo de aplicaciones. Lo antes descrito es usado de base para definir en la siguiente sección un framework conceptual.

### **3.3 Framework conceptual propuesto**

En esta sección se propone un framework conceptual para facilitar la creación de nuevas herramientas de autor para co-diseñar in-situ Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento.

El framework propuesto está definido en base a la caracterización realizada en la Sección 3.1. A continuación se resumen estas características para que el lector pueda comprender mejor cómo las mismas son abordadas por el framework.

Como se pudo apreciar en el análisis realizado en la Sección 3.1, las Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento pueden estar destinadas a diferentes dominios, cada dominio tiene sus particularidades; sin embargo, todas estas aplicaciones cuentan con características comunes en relación al posicionamiento, por ejemplo, la

necesidad de identificar posiciones relevantes. Además, estas aplicaciones pueden estar destinadas para ser usadas tanto en espacios indoor como outdoor; implicando diferentes mecanismos de sensado para dar soporte a los usuarios en cada uno de estos espacios.

En cuanto a las herramientas de autor que brindan soporte a la creación de estas aplicaciones, las mismas pueden proponer un diseño in-situ o basado en mapas. Además, estas herramientas pueden estar pensadas para ser usadas por un usuario o por un equipo de personas, permitiendo estas últimas el co-diseño de estas aplicaciones. Cabe mencionar que la herramienta presentada de la Sección 2.2.2 permite un co-diseño basado en mapas, la descrita en la Sección 2.2.3 permite un diseño individual in-situ; y solo la herramienta mencionada en la Sección 2.2.4 permite un co-diseño in-situ. Sin embargo, esta última está pensada solo para espacios outdoor.

Para esta tesina es de interés caracterizar las herramientas que proponen un co-diseño in-situ; las cuales deben permitir ir definiendo de manera in-situ el contenido de las aplicaciones, y además tienen que estar diseñadas para permitir que el co-diseño se vaya refinando.

Para el framework propuesto en esta tesina, se considera el framework conceptual propuesto en [Challiol et al., 2017] y mostrado en la Figura 3.1 (de la Sección 3.1); el cual plantea el desacople tanto de los mecanismos de sensado como de la representación del espacio, para facilitar la reutilización y la escalabilidad en el tiempo. Cabe mencionar que el framework presentado en [Challiol et al., 2017] se focaliza en describir el diseño de las aplicaciones, pero no cómo diseñar herramientas de autor y esto es algo que se aborda en esta tesina.

Teniendo en cuenta la caracterización de la Sección 3.1 y lo descrito anteriormente, se puede identificar a modo de resumen que se debe considerar:

- Desacoplar los mecanismos de sensado
- Desacoplar la representación del espacio físico
- Generalizar las particularidades de cada dominio o tipo de aplicación, por ejemplo, usando *Plantillas (Templates)* con estas características detectadas. Esto facilita el co-diseño ya que sirven de guía en la definición de cada tipo de aplicación. Por ejemplo, se podrían tener plantillas para guiar:
  - el co-diseño de aplicaciones para dominios específicos, por ejemplo, educativo, entrenamiento.
  - la forma en la que se permite ir recorriendo cada uno de los lugares relevantes definidos.
  - la incorporación de funcionalidad relacionada, por ejemplo, con realidad aumentada o virtual.

Es decir, estas *Plantillas* desacoplan características comunes que podrían ser reutilizadas al co-diseñar Aplicaciones Móviles basadas en posicionamiento.

Estos puntos mencionados anteriormente, facilitan la reutilización y la escalabilidad del tipo de herramientas que estamos caracterizando, aspectos que son considerados a la hora de definir el framework conceptual propuesto en esta tesina.

No hay que perder de vista que las herramientas que se están caracterizando en esta tesina se podrían estar usando en simultáneo para co-diseñar diferentes aplicaciones móviles. Acorde a esto, surge (para el framework conceptual propuesto) el concepto de *Espacio de Trabajo*; el cual define qué tipo de aplicación se está co-diseñando y podría involucrar diferentes perfiles de usuario en esta tarea. Además, hay que tener en cuenta que el co-diseño de cada aplicación puede requerir pasar por diferentes estadios (o *Estados*). Dependiendo del tipo de aplicación, en cada estado se va generando, agregando o decidiendo características de la misma. Esto es otra característica a considerar en el framework conceptual propuesto.

Considerando el análisis realizado anteriormente, en la Figura 3.3 se presenta el Framework Conceptual propuesto para facilitar la creación de nuevas herramientas de autor para co-diseñar in-situ Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento.

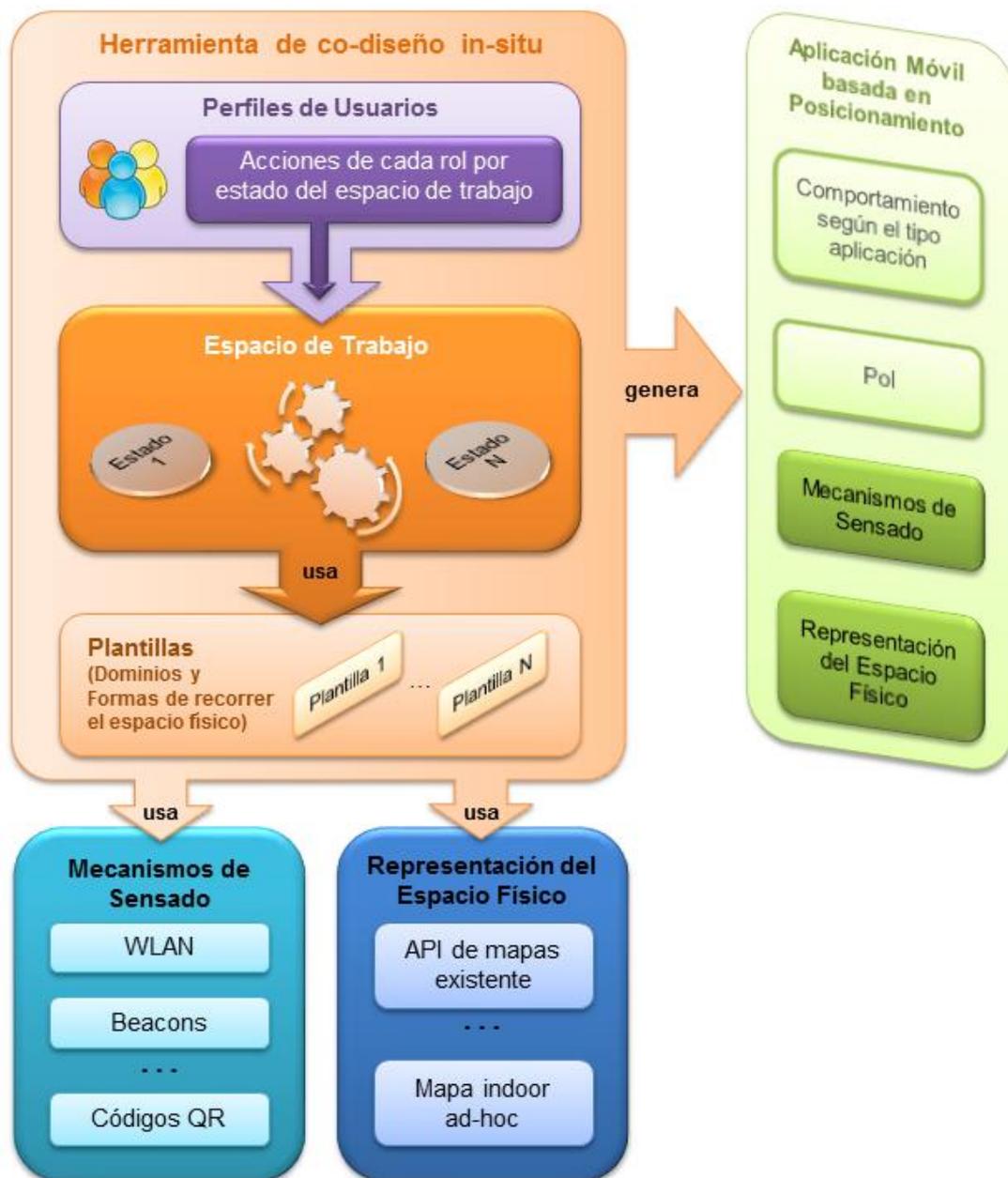


Figura 3.3: Framework Conceptual propuesto para Herramientas de co-diseño in-situ de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento.

Se puede observar en la Figura 3.3 que están desacoplados tanto los mecanismos de sensado como la representación del espacio físico; de esta manera, se pueden extender o modificar a futuro. Este es un punto a considerar para lograr herramientas flexibles que se vayan adaptando a nuevos requerimientos, por ejemplo, nuevos mecanismos de sensado. Además, se puede apreciar en la Figura 3.3 que la herramienta contiene plantillas que guían el co-diseño de la aplicación.

Como se mencionó anteriormente, el framework define el concepto de *Espacio de Trabajo* (ver Figura 3.3), el cual usa las *Plantillas* para ir permitiendo el co-diseño de las aplicaciones. Este co-diseño puede involucrar diferentes *Estados* dependiendo del tipo de aplicación; y para cada estado los diferentes perfiles de usuario pueden realizar diferentes acciones.

Una vez que está realizado el co-diseño, se genera la aplicación móvil, la cual debe tener desacoplado los mecanismos de sensado, la representación del espacio, los puntos de interés, y el comportamiento. Para la generación de este tipo de aplicaciones se pueden seguir las sugerencias mencionadas en [Challiol et al., 2017].

Cabe mencionar que el framework conceptual presentado en la Figura 3.3 está definido de manera abstracta para cubrir herramientas destinadas a la creación in-situ de diferentes tipos aplicaciones móviles. A continuación, se presenta una instanciación del framework para poder comprender mejor qué puede involucrar cada uno de los conceptos abstractos definidos.

Considerando el análisis realizado en el Capítulo 2 y la Sección 3.1, se detecta la importancia que tiene definir in-situ lugares relevantes del espacio físico; como un primer estadio en el co-diseño de una Aplicación Móvil basada en Posicionamiento. Acorde a esto, supongamos que se desea contar con una herramienta de autor para el co-diseño in-situ de lugares relevantes dentro de espacios físicos indoor. Veamos a continuación cómo este tipo de herramienta puede ser representada con el framework conceptual propuesto; para esto hay que definir concretamente qué va a abordar cada uno de los conceptos del componen el mismo. Supongamos que se decide lo siguiente:

- *Mecanismos de Sensado*

Se decide para la herramienta que se está diseñando usará WLAN; sin embargo, al estar desacoplado podrían incorporarse otros mecanismos en un futuro.

- *Representación del Espacio Físico*

Dado que no se cuenta con un mapa disponible para acceder desde una API, se decide diseñar la herramienta para utilizar un mapa indoor ad-hoc. Tener en cuenta que, si la herramienta se usa en diferentes espacios físicos, se debe crear un mapa para cada lugar. Al estar desacoplado este concepto, en el caso de contar en un futuro con un mapa accesible esto se podría incorporar sin afectar el resto.

- *Plantillas*

En este caso se crea la "*Plantilla crear Lugares Relevantes*", la cual define que en cada lugar relevante se debe especificar:

- Nombre o Título
- Descripción (que describa la relevancia del lugar)

- Foto (para indicar el lugar puntual, ya que podría ser que en la misma posición haya más de una característica relevante en el espacio físico)
  - Indicar cómo se brinda la información del *Lugar Relevante*: usando QR o WLAN. Esto sirve para determinar el comportamiento de la aplicación que luego se genera.
- *Perfiles de Usuario*

Supongamos que decide crear dos perfiles de usuario, creadores y colaboradores. Los creadores pueden definir nuevos *Espacios de Trabajo* contando con la posibilidad de sumar colaboradores. Cada plantilla además va a permitir que estos perfiles puedan realizar diferentes acciones según el estado en el que se encuentre el *Espacio de Trabajo*.
- *Estados*

Supongamos que la “*Plantilla crear Lugares Relevantes*” define cuatro estados:

  - *Creado*

Estado inicial del *Espacio de Trabajo* al ser definido por un perfil de usuario *Creador*.
  - *En Edición*

El *Creador* del *Espacio de Trabajo* cambia a este estado. En este estado, tanto el *Creador* como los *Colaboradores* (asociados a este espacio) pueden definir in-situ *Lugares Relevantes*. Esta tarea se podría realizar, por ejemplo, de manera individual recorriendo de manera in-situ el espacio físico.
  - *Acordando*

Supongamos que este estado permite al *Creador* decidir cuáles son los *Lugares Relevantes* que terminan siendo considerados en la aplicación generada. Esto se puede realizar mediante un consenso entre el *Creador* y los *Colaboradores*.
  - *Finalizado*

Una vez que se realizó el acuerdo, el *Creador* cambia a este estado; donde se genera la aplicación acorde a lo definido.
- *Aplicación Móvil basada en Posicionamiento (Generada)*

Supongamos que se quiere contar con una aplicación que dependiendo de cuál fue el mecanismo de sensado asociado al *Lugar Relevante*, el usuario recibe la información por proximidad (WLAN) o leyendo un código QR. Acorde a esto, la aplicación cuenta con WLAN y lectura de códigos QR como mecanismos de sensado de posicionamiento del usuario; la posición actual del usuario se muestra en un mapa indoor ad-hoc.

Tener en cuenta que la aplicación móvil que se genere con la herramienta que se está diseñando desacople los conceptos descriptos, para lograr las ventajas mencionadas en [Challiol et al., 2017].

De esta esta manera, se puede apreciar cómo los conceptos del Framework Conceptual propuesto pueden facilitar el diseño de nuevas herramientas de autor para co-diseñar in-situ Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento permitiendo que las mismas sean pensadas para ir escalando en el tiempo y cubrir así diferentes tipos de dominios.

En la Figura 4.4 se presenta de forma gráfica la instanciación del framework descrita anteriormente.

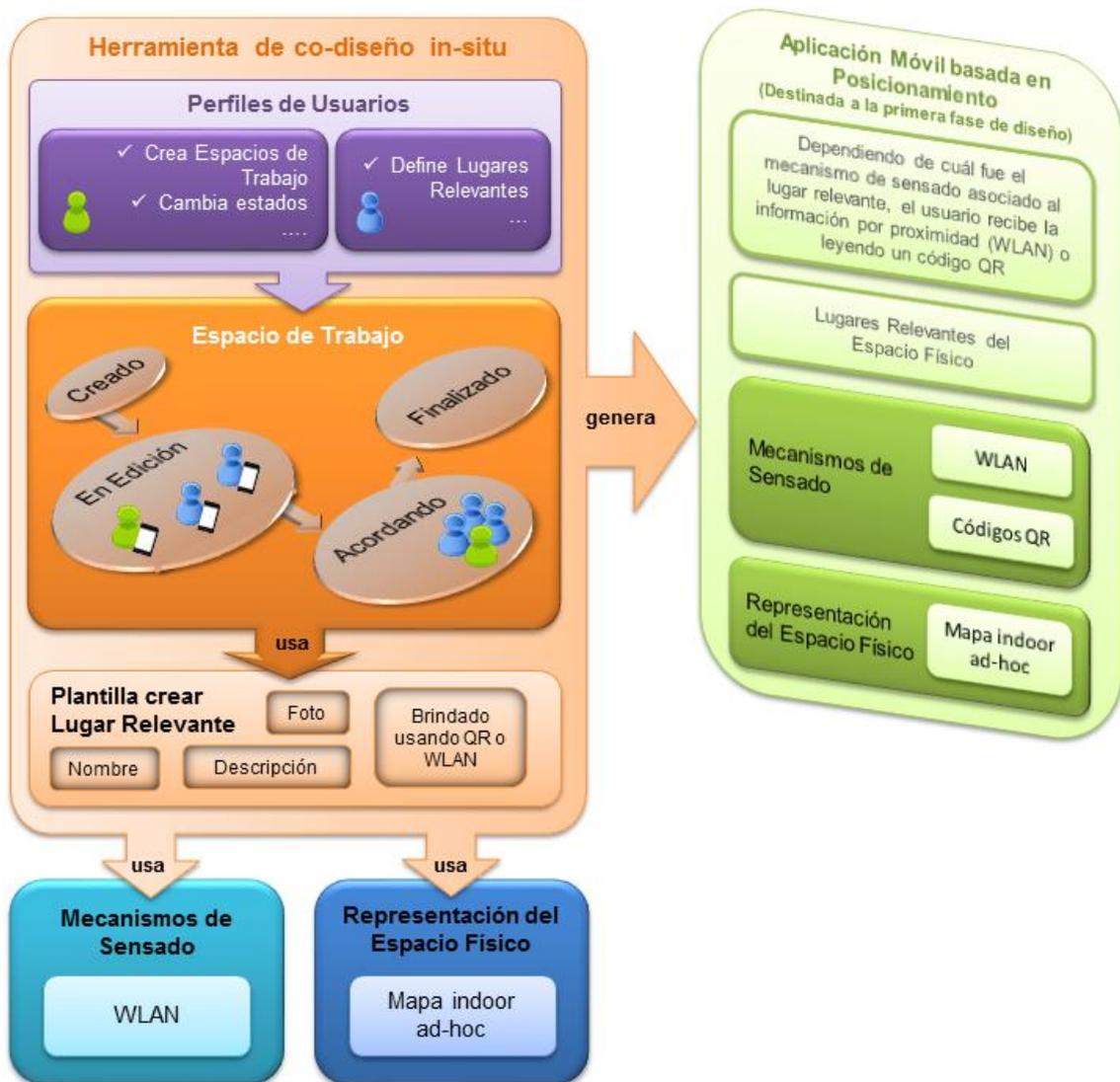


Figura 3.4: Ejemplo de Instanciación del Framework Conceptual propuesto.

La aplicación generada con la herramienta diseñada en la Figura 4.4 podría ser usada, por ejemplo, en la primera fase de diseño de la Aplicación Móvil basada en Posicionamiento; una vez generada, podría usarse de manera in-situ para ver los *Lugares Relevantes* que fueron acordados, y luego ahí usar por ejemplo otra plantilla para ir incorporando el contenido o servicios que va a brindar la aplicación. Es decir,

que en ciertas ocasiones estas aplicaciones generadas sirven para ir teniendo prototipos funcionales, que permitan ir co-diseñando la aplicación final.

Podría pasar que una *Plantilla* sirva para enriquecer información que se generó con otra plantilla, por ejemplo, definir un tour de realidad aumentada o virtual sobre los *Lugares Relevantes* definidos con la "*Plantilla crear Lugares Relevantes*".

Cabe mencionar que el Framework Conceptual propuesto está pensado para guiar el diseño de nuevas herramientas de autor para co-diseñar in-situ Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento; buscando que las mismas sean flexibles y escalables para cubrir con la misma herramienta diferentes tipos de aplicaciones.

## 4. Posicionamiento Indoor mediante WLAN

En este capítulo se presenta la base del posicionamiento indoor utilizado por la herramienta propuesta para esta tesina.

Cabe mencionar que el autor de la presente tesina estuvo participando en el proyecto descrito en el Anexo A. Esta participación permitió explorar aspectos de distintas tecnologías de posicionamiento indoor como son los *beacons* y WLAN. La exploración realizada con los *beacons* fue publicada en [Borrelli et al., 2018].

Considerando la exploración realizada en el proyecto descrito en el Anexo A, como así también lo detallado en [Basiri et al., 2017] sobre cuáles podrían ser los mecanismos de sensado de posicionamiento más adecuados dependiendo de los servicios que se quieran brindar por las aplicaciones móviles; se decidió en esta tesina utilizar WLAN como mecanismo de posicionamiento indoor.

En [Basiri et al., 2017] se describe que WLAN es apropiado para la mayoría de los tipos de aplicaciones (asistencia indoor, entretenimiento, brindar información posicionada, etc.). Si bien WLAN no siempre rankea como el mejor mecanismo para todos los tipos de aplicaciones, si aparece siempre como segunda o tercera mejor opción como se puede observar en la Figura 4.1.

Indoor Navigation and Tracking	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bluetooth Low Energy (BLE) -17.27%</li> <li>2. Wireless Local Area Networks (WLAN)-13.75%</li> <li>3. (GNSS+INS)-13.3%</li> </ol>
Marketing	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wireless Local Area Networks (WLAN)-12.65%</li> <li>2. Bluetooth Low Energy (BLE)-10.25%</li> <li>3. Mobile Network-8.47%</li> </ol>
Entertainment	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wireless Local Area Networks (WLAN)-17.45%</li> <li>2. Camera-16.98%</li> <li>3. Mobile Network -10.43%</li> </ol>
Location-Based Information Retrieval	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. RFID-10.43%</li> <li>2. Bluetooth Low Energy (BLE)-9.67%</li> <li>3. Wireless Local Area Networks (WLAN)-9.65%</li> </ol>
Safety and Security	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. (GNSS+INS)-10.43%</li> <li>2. Wireless Local Area Networks (WLAN)-8.74%</li> <li>3. The rest are almost equally unsuitable (suitability less than 5%)</li> </ol>

Figura 4.1: Ranking de los mecanismos de sensado acorde al tipo de aplicación [Basiri et al., 2017].

Acorde a los resultados mostrados en la Figura 4.1, WLAN podría cubrir mejor la mayoría de los dominios, algo que es de esperar en una herramienta de autor de co-diseño.

En los últimos años se viene analizando la complejidad de armar la infraestructura necesaria para brindar servicios de posicionamiento indoor usando WLAN [Basiri et al., 2017]. Para contar con este tipo de servicios, se debe armar una grilla de las señales WLAN, para luego a partir de estas señales poder realizar una triangulación de las mismas y determinar así la posición actual del usuario. Armar esta grilla implica recorrer el espacio físico e ir registrando la intensidad de las señales de WLAN detectadas para cada una de las áreas del espacio. Esto implica un gran esfuerzo, y dado que esto no es el foco de esta tesis, se prosiguió a investigar si había alguna alternativa que facilitara este tipo de sensado.

A partir de la investigación que se realizó, se encontró que existía un servicio gratuito brindado por la empresa *Situm* [Situm], la cual se especializa en posicionamiento en interiores, desarrollando aplicaciones a medida para distintos clientes<sup>2</sup>. El servicio que brinda esta empresa se destaca porque requiere mínima infraestructura para lograr posicionar al usuario en espacios indoor.

Además de los servicios a medida que brinda para sus clientes, *Situm* provee APIs para desarrolladores; las cuales permiten utilizar su servicio de posicionamiento. Las APIs están disponibles para las plataformas iOS (nativo), *Android* (nativo), *Apache Cordova* (framework de desarrollo multiplataforma) y además también brindan una API REST para consumo web.

Para poder utilizar cualquiera de las APIs provistas por *Situm* primero se debe calibrar el espacio físico, esto permite tomar las señales; las cuales son registradas por *Situm*. Luego, esta calibración puede ser consumida desde cualquiera de las APIs para posicionar al usuario en tiempo real.

El proceso de calibración con *Situm* implica los siguientes pasos:

- Registración en el sitio de *Situm* y obtención de la clave de API.
- Creación de un edificio.
- Calibración dentro de un edificio.

A continuación, se detallarán cada uno de los pasos involucrados en el proceso de calibración. En particular, para realizar la ejemplificación se muestra la calibración realizada para el edificio de la Facultad de Informática de la UNLP.

#### ➤ *Registración en el sitio de Situm y obtención de la clave de API*

El primer paso para poder calibrar es realizar la registración en el dashboard de *Situm* [Situm Dashboard]; para esto se debe crear un usuario y contraseña. En la Figura 4.1 se puede observar el formulario de registración en el dashboard.

<sup>2</sup> La empresa *Situm* brinda servicios a varios edificios de todo el mundo, como hospitales públicos y privados en España, Turquía y Tailandia, por ejemplo, el hospital *Álvaro Cunqueiro* (en Vigo), el hospital *Lucus Augusti* (en Lugo); además provee servicios a centros comerciales como "El Corte Inglés", empresas como Grupo PSA y estadios donde se llevan a cabo eventos deportivos o congresos como *Fira de Barcelona*.

The image shows the registration page for the Situm Dashboard. At the top, the Situm logo is displayed with the tagline 'INDOOR POSITIONING'. Below the logo, the heading 'Únete a Situm Dashboard' is centered. A link '¿Ya tienes una cuenta Situm? Inicia sesión' is provided for existing users. The registration form includes three input fields: 'Correo electrónico\*', 'Contraseña\*' (with a note 'mínimo 8 caracteres'), and 'Confirmar contraseña\*'. A checkbox for terms and conditions is located below the password fields. A blue 'Crear mi cuenta' button is positioned at the bottom right of the form area.

**Figura 4.1: Formulario de registración del dashboard de Situm.**

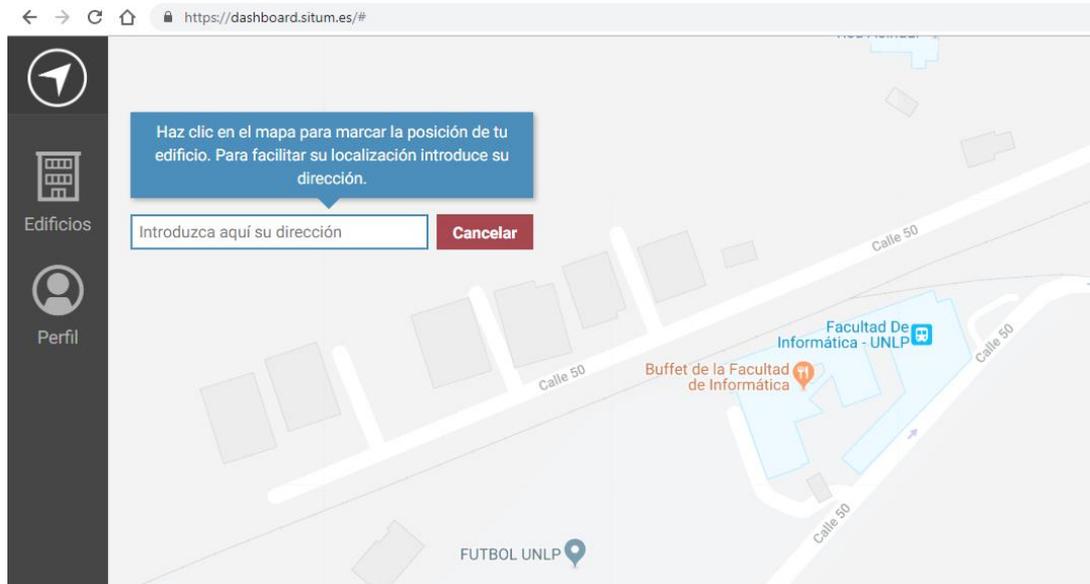
Automáticamente al registrarse, Situm provee la clave de API; la cual luego puede ser usada desde cualquier API de Situm para consumir las calibraciones realizadas por el usuario registrado. La clave de API se puede encontrar en el apartado de “Perfil” del usuario logueado, como se puede observar en la Figura 4.2.

The image shows a screenshot of the user profile page in the Situm dashboard. The browser address bar indicates the URL 'https://dashboard.situm.es/accounts/profile'. The page title is 'Cambiar contraseña'. There are three input fields for 'Contraseña actual', 'Nueva contraseña', and 'Repetir nueva contraseña', followed by a blue 'Establecer nueva contraseña' button. Below this, a red box highlights the 'Tu clave de API es:' section, which contains a text input field with the API key 'ae1d9d7dbf5e1ab31bdb495c7a5c7b4af04b' and a redacted portion. A link '¿Eres desarrollador? Más información en developers.situm.es' is provided below the API key. At the bottom right, there is a red 'Eliminar cuenta' button. A dark sidebar on the left contains navigation icons for 'Edificios' and 'Perfil'.

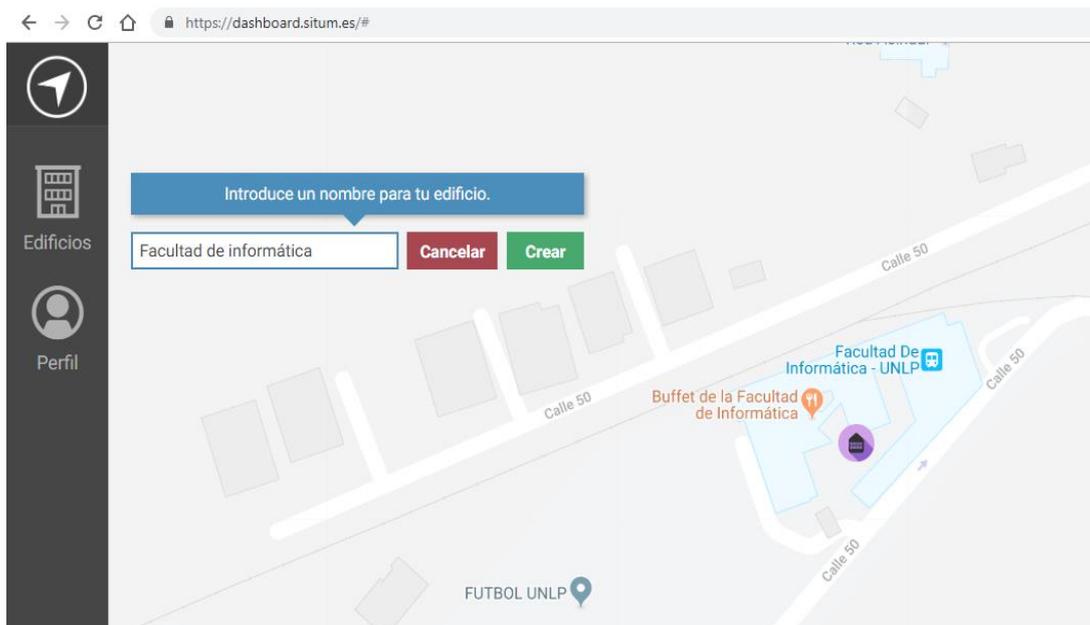
**Figura 4.2: Clave de API del usuario logueado en el dashboard de Situm.**

➤ **Creación de un edificio**

Una vez que se accede al dashboard de *Situm*, se pueden crear edificios siguiendo los pasos como se muestran en las Figuras 4.3 y 4.4. Primero se debe ingresar la posición dónde va a estar el edificio y luego se debe indicar el nombre que tendrá el mismo.

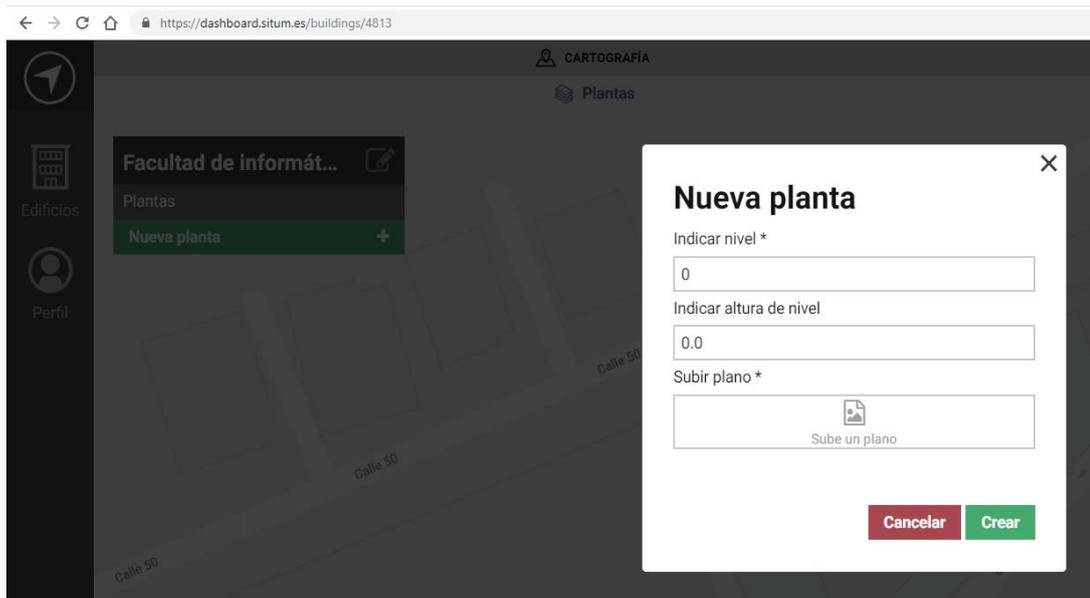


**Figura 4.3: Marcado de la posición del nuevo edificio en el mapa.**



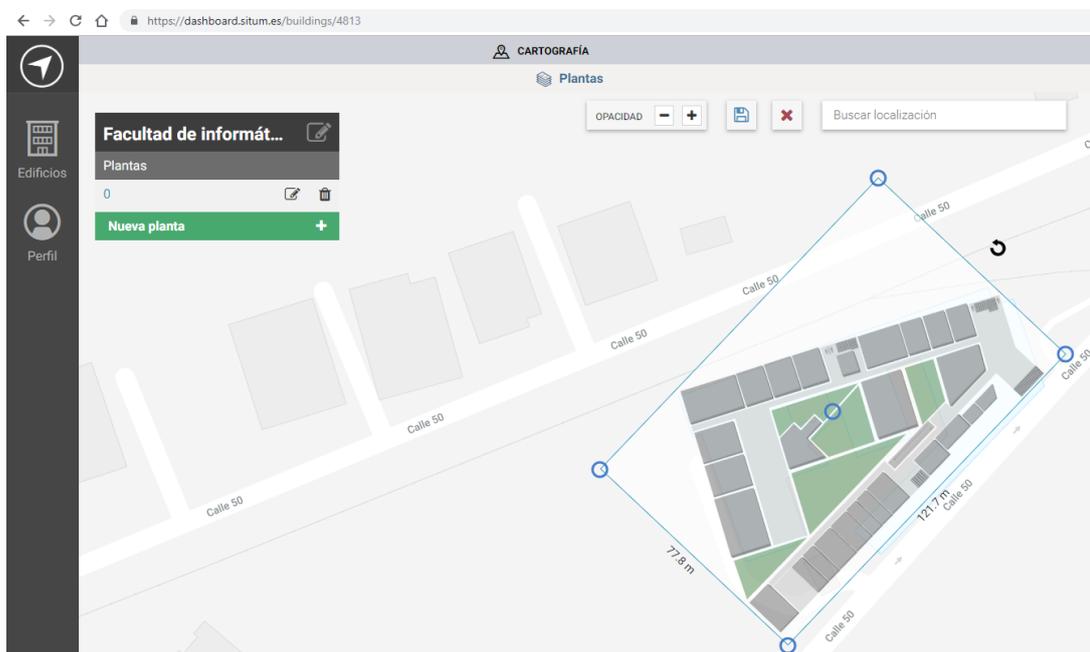
**Figura 4.4: Introducción del nombre que identificará al nuevo edificio en el mapa.**

Una vez creado el edificio, con su posición y su nombre; se lo debe seleccionar y se debe crear cada una de las plantas (pisos) que se van a utilizar del edificio con su respectivo nivel (número de piso), la altura de dicho piso y su correspondiente plano (o mapa) ad-hoc como puede observarse en la Figura 4.5.



**Figura 4.5: Popup de creación de una planta de un edificio.**

Cada vez que se crea una nueva planta, se debe centrar la imagen del plano de la manera más precisa posible; para ello, el dashboard provee de herramientas de ajuste para posicionar el mapa (imagen) como se puede observar en la Figura 4.6. En particular, la imagen muestra el ajuste realizado a la imagen del plano de la planta baja del edificio de la Facultad de Informática.



**Figura 4.6: Ajuste de la imagen de la planta baja del edificio de la Facultad de Informática.**

Una vez realizado este proceso para cada una de las plantas del edificio, tendremos el edificio finalmente creado y se podrá seguir con la etapa de calibración de cada una de las plantas del edificio. En el caso del edificio de la Facultad de Informática, el proceso mostrado en la Figura 4.6 se realizó tres veces, una para cada piso del edificio.

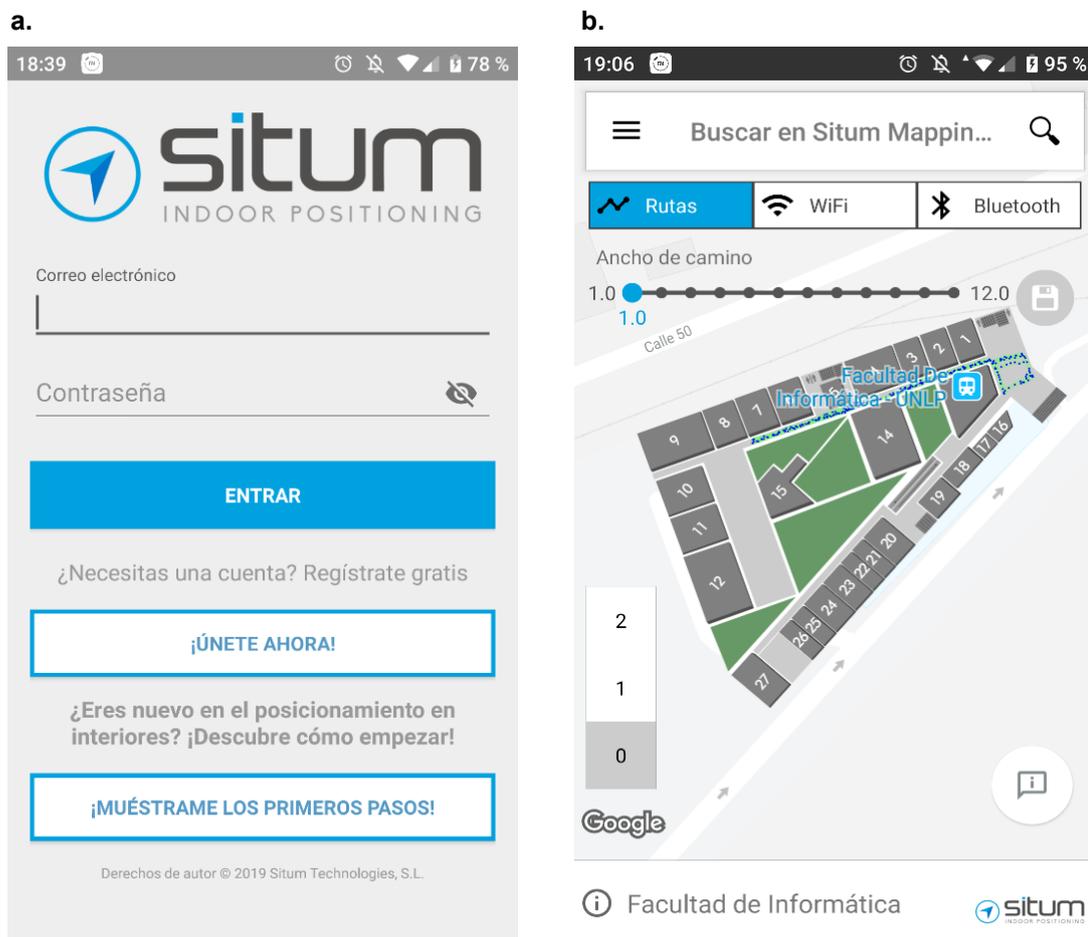
La precisión en el ajuste del mapa (o imagen) de cada piso es importante para que después esto se refleje adecuadamente cuando se consume desde una API.

➤ *Calibración dentro de un edificio*

La calibración dentro de un edificio implica realizar la calibración de cada una de sus plantas. Para esto *Situm* provee la aplicación móvil llamada *Situm Mapping Tool*<sup>3</sup>; la cual permite la calibración de las redes WLAN recorriendo el espacio físico. Esta aplicación se encuentra disponible para el sistema operativo *Android*, la cual se puede descargar desde la tienda de Google.

Una vez instalada la aplicación *Situm Mapping Tool* hay que acceder con las mismas credenciales con las que se realizó la registración en el dashboard de *Situm*.

En la Figura 4.7.a se puede apreciar la pantalla inicial de la aplicación *Situm Mapping Tool*. Una vez iniciada la sesión dentro de la aplicación se puede observar el edificio creado desde el dashboard, como se muestra en la Figura 4.7.b.



**Figura 4.7. a. Formulario de login de *Situm Mapping Tool*.  
b. Vista del edificio y sus plantas desde la aplicación *Situm Mapping Tool*.**

<sup>3</sup> Página de *Situm Mapping Tool*:  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=es.situm.maps&hl=es> (último acceso: 08/02/2019)

En particular, la Figura 4.7.b, ya despliega las opciones de *Calibración* de *Situm Mapping Tool*, y se pueden observar en dicha figura tres opciones de menú. “*Rutas*”, “*Wifi*” y “*Bluetooth*”. A continuación, sólo nos focalizaremos en ejemplificar la opción “*Wifi*”, la cual permite ver la calibración de las redes WLAN realizada hasta el momento y el trayecto de calibración de las mismas.

Para comenzar la calibración, se debe indicar el ancho del camino a calibrar y luego sólo basta con tocar el punto en el mapa a partir del cual se quiere comenzar a calibrar. Debe haber una correspondencia entre la posición actual del usuario que está usando *Situm Mapping Tool* y el punto que se marca en el mapa; esto determina la posterior precisión con la que se va a brindar la posición del usuario.

Marcar cada punto en el mapa requiere estar unos segundos posicionados en el lugar para poder lograr detectar la intensidad de las señales en esa posición. Si los puntos se marcan sin esperar este tiempo, puede haber un desfase de señal. Para esto, se pueden ir observando los *Access Points* (APs) que detecta la aplicación. No está especificado en la documentación el tiempo que hay que esperar entre el marcado de un punto y otro; lo antes mencionado fue detectado con el uso de la aplicación *Situm Mapping Tool*.

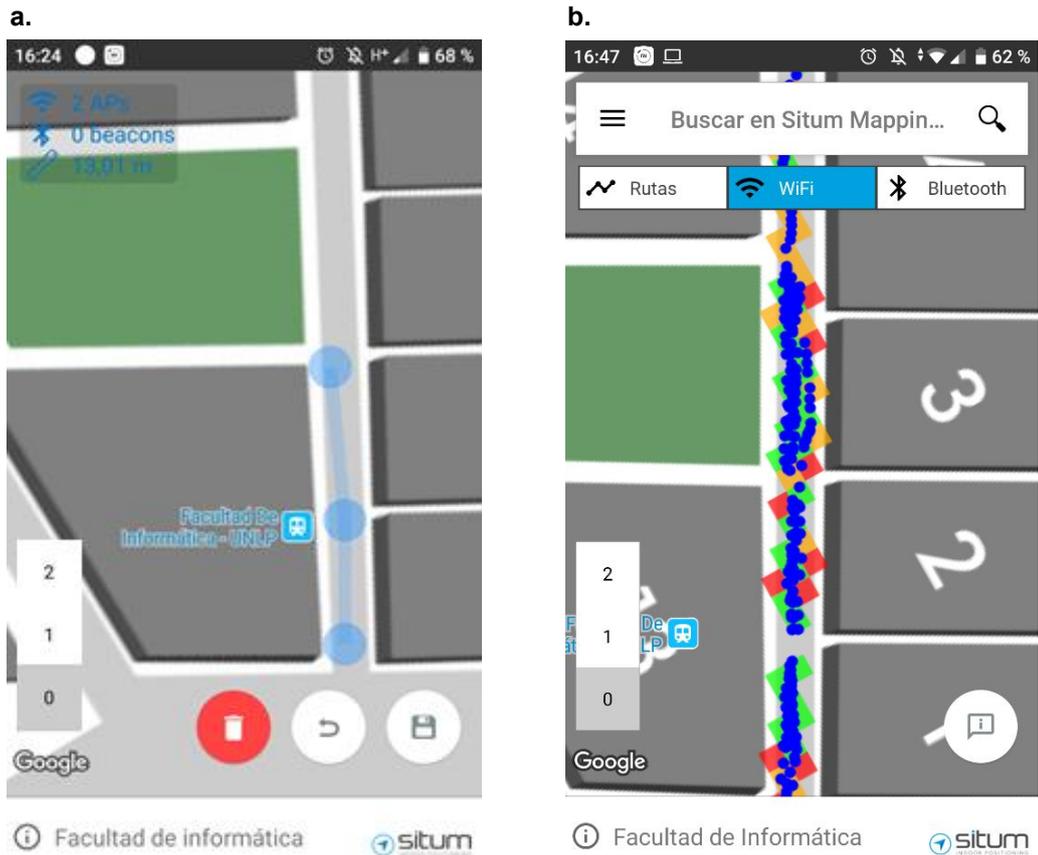
Durante la calibración se puede observar cómo a medida que se va avanzando y marcando manualmente nuevos puntos, aumenta la cantidad medida de metros y varía la cantidad de APs registrados en el momento actual. Esto se puede apreciar en la Figura 4.8.a. donde se destaca que se recorrieron 13,01 m. y en el momento actual se están detectando 2 APs.

A medida que se van guardando calibraciones, la misma aplicación indica el nivel de precisión adquirido con las calibraciones realizadas; y con esta información se puede volver a realizar calibraciones en los sitios dónde no se ha logrado captar la mayor cantidad de información de los APs. En la Figura 4.8.b se puede apreciar la calidad de las calibraciones, buscando siempre tener mayor cantidad de señales en verde, ya que esto permite mejor precisión para posicionar al usuario.

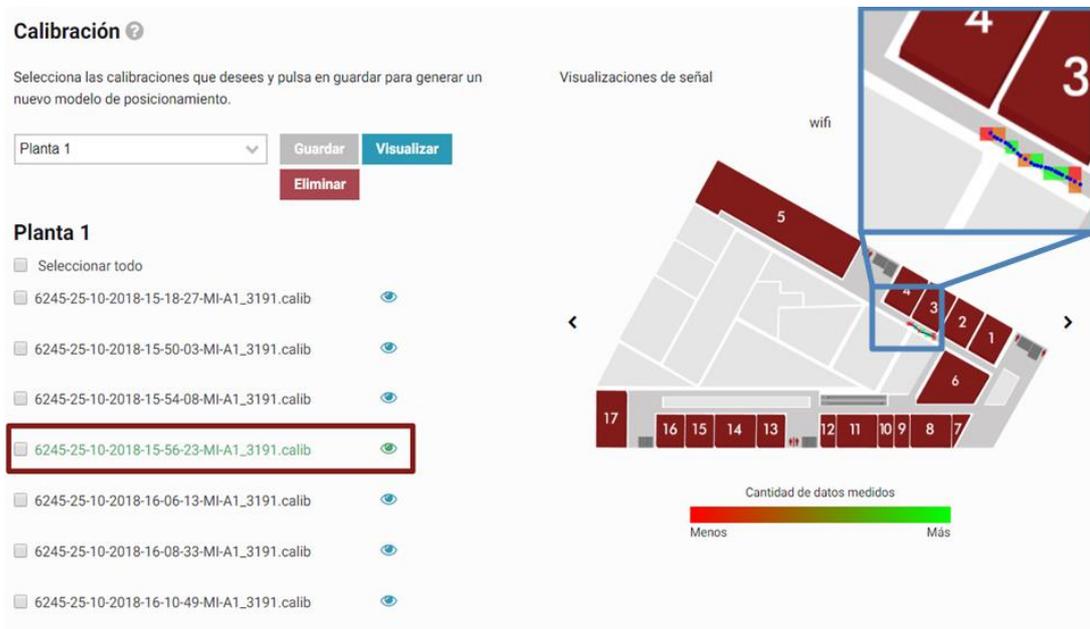
Cabe destacar que para lograr una precisión de calibración aceptable (colores amarillos y verdes) a lo largo de todo el trayecto, es necesario realizar varias pasadas y es conveniente realizar calibraciones de trayectos cortos dado que es factible que durante una calibración no se hayan captado bien las señales y deba ser descartada. Esta tarea de filtrado de las calibraciones se realiza desde el dashboard como se indica en la Figura 4.9.

En la Figura 4.9 se puede apreciar que se listan todas las calibraciones realizadas para un determinado piso, en este caso, el primer piso de la Facultad de informática. Cada una de las calibraciones puede ser seleccionada, pudiendo visualizar la intensidad de las señales; y así decidir dejarla o borrarla.

En el proceso de calibración, se pueden ir borrando tantas calibraciones como se requieran hasta lograr tener la mayor cantidad de señales en color verde como se mencionó anteriormente.



**Figura 4.8: Vista del proceso de calibración del pasillo de la planta baja de la Facultad de Informática.**



**Figura 4.9: Vista de las calibraciones de una planta en las que se ha seleccionado una para verla en detalle.**

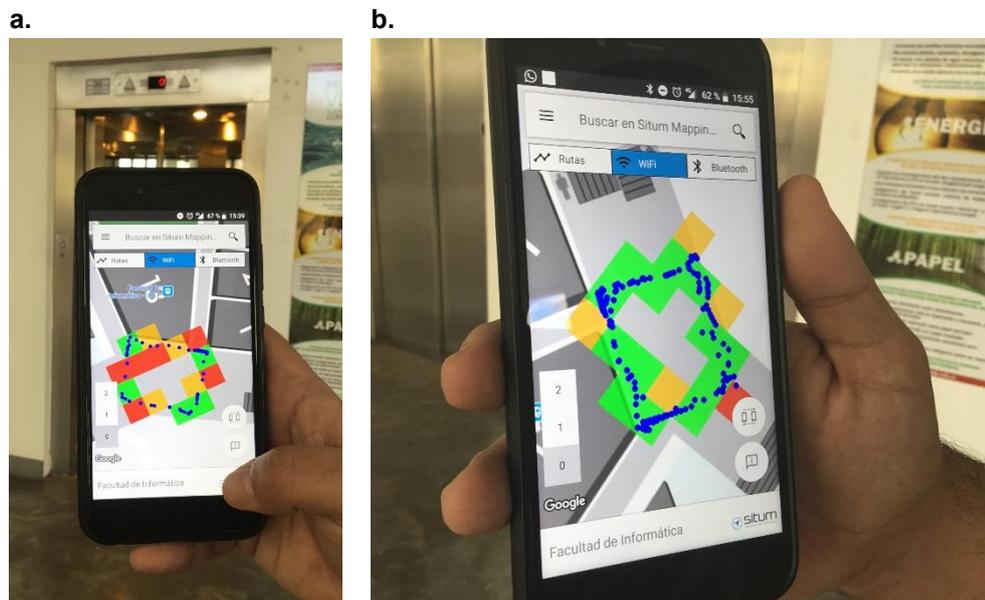
De esta manera, se pudieron apreciar los pasos necesarios para lograr tener calibrado el espacio físico con las señales de WLAN. Para más detalle de este

proceso se puede consultar el video tutorial de calibración *Situm*<sup>4</sup> o el manual del usuario de *Situm*<sup>5</sup>.

Es interesante en este punto hacer mención a algunas lecciones aprendidas durante el proceso de calibración del edificio de la Facultad de Informática. A continuación, se mencionan de estas lecciones:

❖ *Problemática de calibración del hall de entrada*

Se comenzó a realizar la calibración de la misma manera en la que realizó en los pasillos de la facultad. En la Figura 4.10 se puede observar que con varias iteraciones se puede mejorar la calidad de la calibración, logrando al final tener la mayor cantidad de verde. Se puede apreciar que en la Figura 4.10.b se logra tener señal verde en todo el espacio calibrado.



**Figura 4.10: Calibración del hall de entrada del edificio de La Facultad de Informática.**

Al realizar una prueba de la calibración de los pasillos haciendo uso del posicionamiento, se comprobó que funcionaba correctamente; sin embargo, esto no ocurría con el Hall de la entrada.

Al observar las calibraciones, tanto de los pasillos como del Hall se notó que en términos de calidad, no había diferencias; es decir, ambas calibraciones estaban representadas con colores verdes.

En primera instancia se pensó que el problema podía llegar a ser la forma en la que se indicaba el ancho del pasillo, ya que la aplicación *Situm Mapping Tool* calibra en base al ancho del pasillo; y en un área abierta no queda claro la manera en que debe indicarse ese parámetro. Se realizó una búsqueda en la documentación de *Situm*; y no encontrando respuesta, se decidió consultar a

<sup>4</sup> Video tutorial de calibración de *Situm*:

<https://www.youtube.com/watch?v=FLSqRy1NQN4> (Último acceso 08/02/2019)

<sup>5</sup> Manual del usuario de *Situm*:

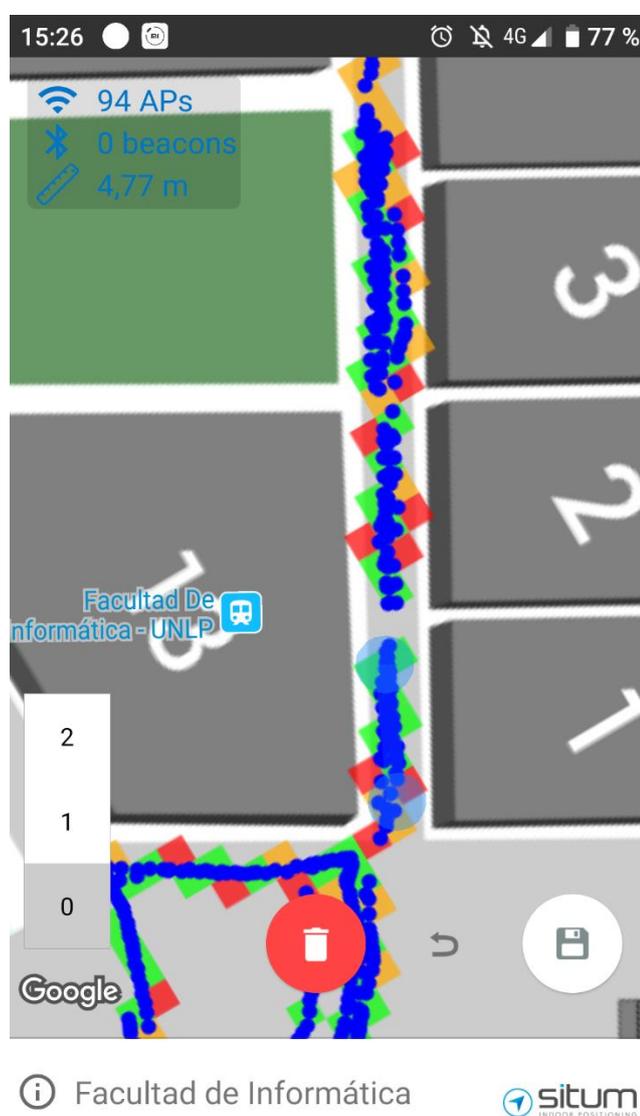
[https://dashboard.situm.es/manuals/Quick\\_User\\_Guide.pdf](https://dashboard.situm.es/manuals/Quick_User_Guide.pdf) (Último acceso 08/02/2019)

*Situm* sobre esta problemática. Ellos indicaron que en espacios de esta naturaleza se sugiere combinar el uso de WLAN con beacons para lograr mayor precisión en el posicionamiento.

❖ *Sobrecarga de Access Points (APs)*

En el edificio de la facultad se detectaban más de setenta APs en cada lugar, es decir, esto impacta luego en las comparaciones que hace *Situm* para posicionar al usuario, ya que muchas veces las señales capturadas no variaban, como por ejemplo en posiciones muy cercanas. Para solucionar esto, al calibrar se esperaba que se actualizarán la cantidad de APs para asegurar que haya habido un cambio de señal entre una posición y otra.

En la Figura 4.11 se puede observar que al calibrar la planta baja del edificio de la Facultad de Informática, se detecta en un momento de tiempo 94 APs; este valor va variando acorde a la posición actual de la persona que está calibrando.



**Figura 4.11: APs detectados al calibrar la planta baja del edificio de la Facultad de Informática.**

❖ *Calibraciones lo más cortas posibles*

Dado que el dashboard de *Situm* permite borrar por calibración realizada, en el caso de haber realizado calibraciones de todo un pasillo, si la misma presentaba mala señal sólo en una parte; debía borrarse de forma completa. Esto es algo que se fue aprendiendo con el uso. Por este motivo se realizaron varias calibraciones de unos pocos metros, luego se observaban en el dashboard y se borraban las que estaban representadas con muchos colores en rojo. En base a esto, se volvían a calibrar sólo los espacios donde no se había cubierto bien la señal de WLAN.

❖ *Interpretación en la calidad de la calibración*

En el dashboard de *Situm* las calibraciones pueden verse una a una, y se pudo apreciar que muchas de estas daban color naranja en muchas partes; sin embargo, cuando varias de estas calibraciones se combinan se podía lograr un color verde. Es decir, que la calidad de la calibración se va ajustando y mejorando a medida que se van obteniendo más datos.

❖ *Latencia para brindar el posicionamiento*

A medida que se realizaban las calibraciones, se comprobaba la precisión en el posicionamiento a través de la misma aplicación *Situm Mapping Tool*; y se pudo detectar que dependiendo de la calidad de la conexión, el grado de latencia en la actualización de la posición variaba. En algunos casos, se caminaba varios metros y la aplicación no actualizaba la posición actual, o esto demoraba algunos minutos. Esto dependía mucho de la conectividad que se tuviera en ese momento el usuario y la velocidad a la que caminaba el mismo.

## 5. Herramienta de autor para co-diseñar Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento in-situ en espacios indoor

En este capítulo se presenta cómo se llevó a cabo el diseño de la herramienta desarrollada; primero se presenta la instanciación del framework conceptual; luego se describen las tecnologías utilizadas en el desarrollo y finalmente, se muestran las principales pantallas de la herramienta de autor desarrollada.

### 5.1 Instanciación del framework conceptual para la Herramienta de autor desarrollada

La herramienta desarrollada para esta tesina se basa en el framework conceptual presentado en el Capítulo 3, el cual fue mostrado en la Figura 3.3. Recordemos que el framework conceptual fue definido para ayudar a facilitar la creación de nuevas herramientas de autor destinadas a co-diseñar in-situ Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento.

La primera decisión de diseño respecto de la herramienta desarrollada fue determinar cuál era la funcionalidad primordial a brindar para soportar la primera etapa de co-diseñar in-situ Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento. Considerando el análisis realizado en el Capítulo 2 y la Sección 3.1, se detecta la importancia que tiene definir in-situ lugares relevantes del espacio físico; esto como una primera iteración en la etapa de co-diseño in-situ.

En base a lo antes descrito, se comienza a analizar cómo instanciar el framework conceptual para, a partir de esto, desarrollar la herramienta propuesta en la presente tesina. Veamos a continuación cómo los distintos conceptos del framework son abordados, en particular por la herramienta desarrollada:

- *Mecanismos de Sensado*  
Posicionamiento por WLAN brindado por *Situm*. Para cada edificio donde se quiera usar la herramienta desarrollada se deberá hacer previamente la calibración dentro del edificio usando la aplicación *Situm Mapping Tool* como se describió en el Capítulo 4.
- *Representación del Espacio Físico*  
Se realiza desde el dashboard de *Situm*. Los planos (mapas) de cada piso de un edificio, son los mismos que se usaron para la calibración del posicionamiento. Para cada edificio donde se quiera utilizar la herramienta desarrollada se deberá cargar previamente los planos del edificio desde el dashboard de *Situm*.
- *Plantillas*  
Se decidió usar el ejemplo de “*Plantilla crear Lugares Relevantes*” presentada en el ejemplo de la Figura 3.4; esta plantilla define: nombre o título, descripción (respecto a la relevancia del lugar), foto (para indicar el lugar puntual, ya que podría ser que en la misma posición haya más de una característica relevante en el espacio físico) e indicar cómo se brinda la información del *Lugar Relevante*: usando QR o

WLAN. En cuanto a los códigos QR se podrá indicar desde la herramienta si se usan QR existentes o se generan nuevos códigos QR.

Por ahora, los *Espacio de Trabajo* solo podrán usar la “*Plantilla crear Lugares Relevantes*”, sin embargo, la herramienta queda diseñada para incorporar a futuro más plantillas.

- **Perfiles de Usuario**

La herramienta cuenta con dos perfiles, creadores y colaboradores. Similar al ejemplo presentado en la Figura 3.4. Los creadores pueden definir nuevos *Espacios de Trabajo* contando con la posibilidad de sumar colaboradores, además pueden cambiar los estados de dichos *Espacios de Trabajo*.

Ambos perfiles, en el caso de la “*Plantilla crear Lugares Relevantes*” pueden definir lugares relevantes completando los datos que especifica dicha planilla.

Los usuarios creadores pueden decidir si los lugares relevantes creados luego pasan a ser visibles o no, en la versión final de la aplicación a generar.

- **Estados**

Supongamos que la “*Plantilla crear Lugares Relevantes*” define cuatro estados:

- *Edición del creador*

Estado inicial del *Espacio de Trabajo* al ser definido por un perfil de usuario *Creador*.

- *Edición colaborativa*

El *Creador* del *Espacio de Trabajo* cambia a este estado. En este estado, tanto el *Creador* como los *Colaboradores* (asociados a este espacio) pueden definir in-situ *Lugares Relevantes*. Esta tarea se podría realizar, por ejemplo, de manera individual recorriendo de manera in-situ el espacio físico.

- *Edición del creador – Versión Final*

Una vez que el grupo acuerda cuáles son los *Lugares Relevantes* que terminan siendo considerados en la aplicación generada. El creador puede poner visibles estos lugares para la versión final. Cabe mencionar que para la herramienta desarrollada, la etapa de acuerdo o consenso se realiza por fuera de la herramienta; esto implica una interacción y discusión entre el equipo involucrado en el *Espacio de Trabajo*.

Este estado surge luego de haber realizado las pruebas presentadas en el Capítulo 6, donde se detectó que luego del acuerdo se podía indicar cuáles lugares quedaban en la versión final indicando simplemente la visibilidad de lo creado.

➤ Versión Final Pública

El *Creador* cambia a este estado dejando pública la información que se ha acordado en la etapa anterior.

En este estado el *Creador* debe definir (en el caso de la “*Plantilla crear Lugares Relevantes*”):

- ❖ Cuándo se muestran los lugares relevantes sobre el mapa, si se especificó que sean brindados usando:
  - *WLAN*. Por default, se muestran siempre visibles en el mapa. Otra opción podría ser mostrarlos en el mapa al entrar en el radio de cercanía del mismo.
  - *QR*. Por default, se muestran siempre visibles en el mapa. Otras opciones son: mostrarlos en el mapa al entrar en el radio de cercanía del mismo o al leer el código QR.
- ❖ Cuándo se brinda la información especificada en la planilla de cada lugar relevante, si se especificó que este lugar sea brindado usando:
  - *WLAN*. Por default, la información se brinda al elegir siempre que el usuario este posicionado en el edificio, para esto tiene que tocar el marker de ese lugar. Otra opción podría ser mostrar la información cuando el usuario está en la cercanía de ese lugar.
  - *QR*. Por default, la información se brinda al escanear el código QR.

En particular, la herramienta desarrollada implementa las opciones por default mencionadas, dejando extensible para agregar otras estrategias. Cada estrategia implica desarrollar dicha funcionalidad para que la aplicación generada se comporte de esa manera.

La herramienta le va permitir al *Creador* ir avanzando en los estados, pero también volver a un estado anterior.

- *Aplicación Móvil basada en Posicionamiento (Generada)*

La herramienta va a permitir que el *Creador* pueda definir cómo se va a comportar la aplicación generada, esto depende de la plantilla usada para la definición de la aplicación. Además, esta aplicación se va a comportar acorde a lo que haya elegido el creador al pasar al estado “*Versión Final Pública*”.

En la Figura 5.1 se puede apreciar visualmente lo antes descrito, reflejando así, cómo el framework conceptual, fue usado de base para la herramienta desarrollada en esta tesina.

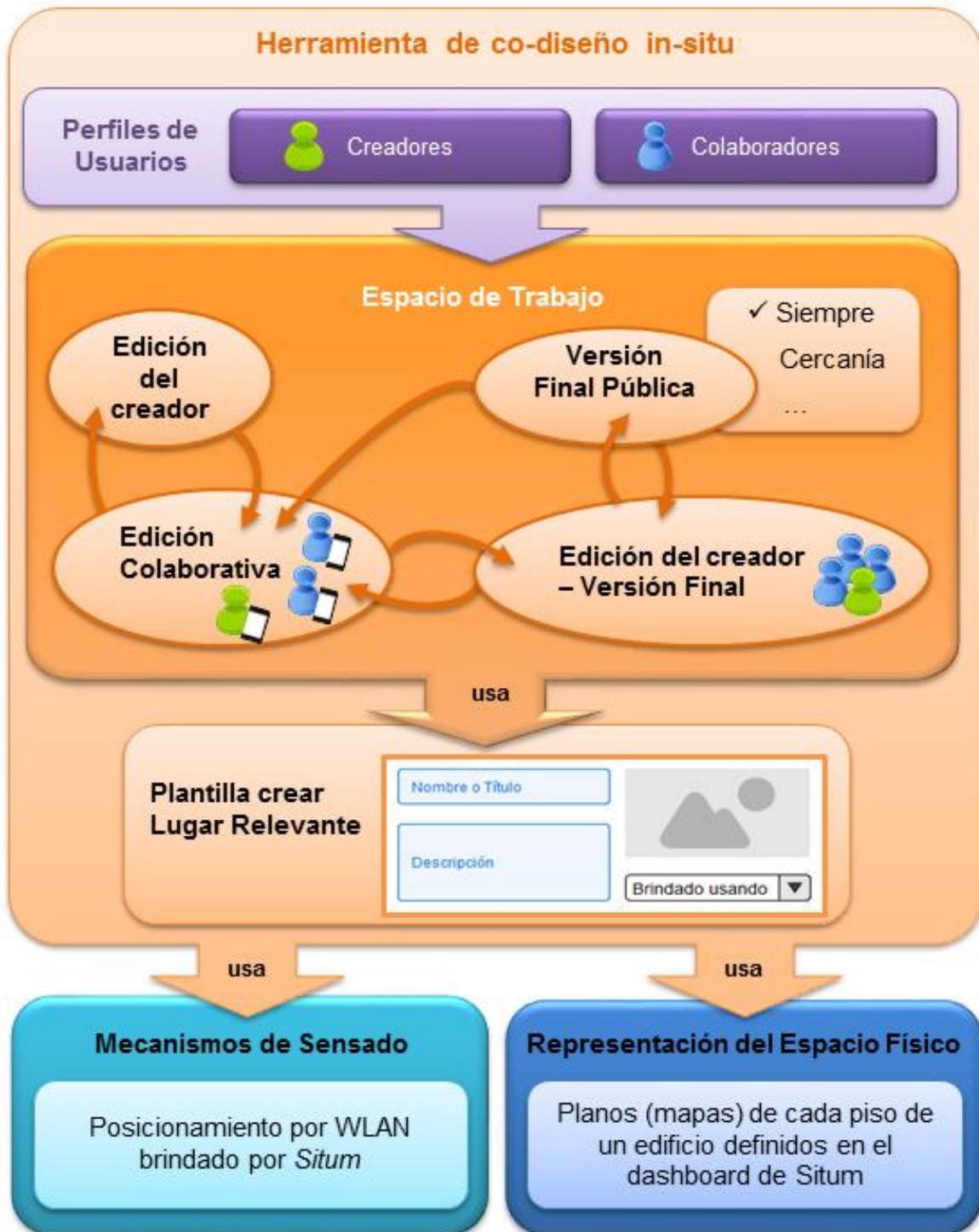


Figura 5.1: Instanciación del framework conceptual usado de base para la herramienta desarrollada.

## 5.2 Características de la herramienta desarrollada

La instanciación presentada en la Figura 5.1 es conceptual y puede ser llevada a una implementación específica usando diferentes tecnologías. En esta sección se describen las tecnologías que fueron utilizadas.

El hecho de que se trate de una herramienta de autor, determina que se deba pensar en una interfaz amigable y funcional. Además, esta herramienta debe poder ser usada por diferentes usuarios simultáneamente, ya que a través de esta característica se puede brindar la etapa de co-diseño.

Dado que el autor de esta tesina posee más experiencia en tecnologías web que en desarrollo nativo de aplicaciones móviles, se optó por la utilización de frameworks que utilicen como base tecnologías web. Aprender nuevas tecnologías implicaba una curva de aprendizaje alta, que a los fines prácticos del desarrollo podía evitarse, ya que dichas tecnologías no eran específicamente requeridas.

En particular, la herramienta fue desarrollada utilizando:

- ❖ *Apache Cordova*<sup>6</sup>: como base del desarrollo de la herramienta ya que además de los motivos antes mencionados, una de las APIs de posicionamiento que provee *Situm* está disponible para el mismo; facilitando así la integración de *Situm* con la herramienta desarrollada. Además, *Apache Cordova* brinda un importante abanico de plugins de acceso al hardware del dispositivo móvil.
- ❖ *IONIC*<sup>7</sup>: para desarrollar la interfaz visual. Este framework adquirió una importante madurez en el último tiempo y es completamente compatible con *Apache Córdoba*. Además, el autor de esta tesina contaba con conocimientos básicos de desarrollo de interfaz mobile usando esta tecnología.
- ❖ *API de Situm*<sup>8</sup>: en particular se usa esta API para obtener información de los edificios y los pisos. Cabe mencionar que *Situm* provee la posibilidad de manejar puntos de interés, sin embargo, esto no será utilizado por la herramienta desarrollada a los fines de poder tener independencia de cómo manejarlos. Otras funcionalidades que tampoco se utilizan son: computar una ruta entre la posición del usuario y un punto de interés, o disparar notificaciones cuando un usuario entra en cierta área.

Además, la API de *Situm* es utilizada por nuestra herramienta para obtener la posición actual del usuario (la cual es brindada indicando posición, orientación y piso);

La API cuenta con diecinueve métodos, pero en particular los métodos utilizados desde la herramienta desarrollada son:

- *setApiKey*: para setear la Clave de API proporcionada por *Situm* que se detalló en la Figura 4.2.
- *startPositioning*: Para comenzar a posicionar al usuario.
- *stopPositioning*: Para detener el posicionamiento de usuario.

<sup>6</sup> Página de *Apache Córdoba*: <https://cordova.apache.org/> (Último acceso 08/02/2019)

<sup>7</sup> Página de *IONIC Framework*: <https://ionicframework.com> (Último acceso 08/02/2019)

<sup>8</sup> Página de la API de *Situm*:

<https://github.com/situmtech/situm-cordova-plugin> (Último acceso 08/02/2019)

- *fetchBuildings*: Para seleccionar un edificio de los disponibles al crear un espacio de trabajo.
- *fetchFloorsFromBuilding*: Para obtener todos los pisos del edificio del espacio de trabajo sobre el que el usuario creador y los colaboradores van a realizar su tarea.

La herramienta que se desarrolló debe permitir compartir información entre los usuarios, es decir, se tiene la necesidad de utilizar una base de datos en la nube. Esto trae como consecuencia que se debe tener un servidor disponible para nuestra herramienta, con una base de datos, y la necesidad de crear servicios REST para comunicarnos con dicha base de datos.

Tener un servidor propio para realizar pruebas, implica realizar su configuración y desarrollar los servicios de comunicación con la base de datos, que además debía ser de rápida respuesta. Todo esto tenía un costo de esfuerzo que excedía los límites de esta tesina. Acorde a esto, se decidió investigar qué productos existían actualmente que facilitarían contar con un servidor de base de datos en tiempo real; realizando una búsqueda se encontró *Firebase*<sup>9</sup>.

*Firebase* es una plataforma de desarrollo móvil en la nube desarrollada por *Google*, cuya base de datos es, no relacional (NoSQL), de muy baja latencia y que otorga algunas herramientas que fueron de utilidad para el desarrollo de la herramienta de autor, las cuales se listan a continuación:

- Base de datos en tiempo real
- Servicio de autenticación de usuarios
- SDK disponible para múltiples plataformas como iOS, Android, C++, Unity y Javascript; en particular este último fue el SDK utilizado en la herramienta desarrollada.

Cabe destacar que *Firebase* es un servicio pago que se basa en la tasa de transferencia de datos para asignarle un plan de pago al usuario, pero que cuenta con planes gratuitos para realizar pruebas, y que dichos planes se adecuaban perfectamente al objetivo de esta tesina y que aún en las pruebas descritas en el Capítulo 6 no se estuvo ni cerca de sobrepasar la tasa de transferencia de los planes gratuitos.

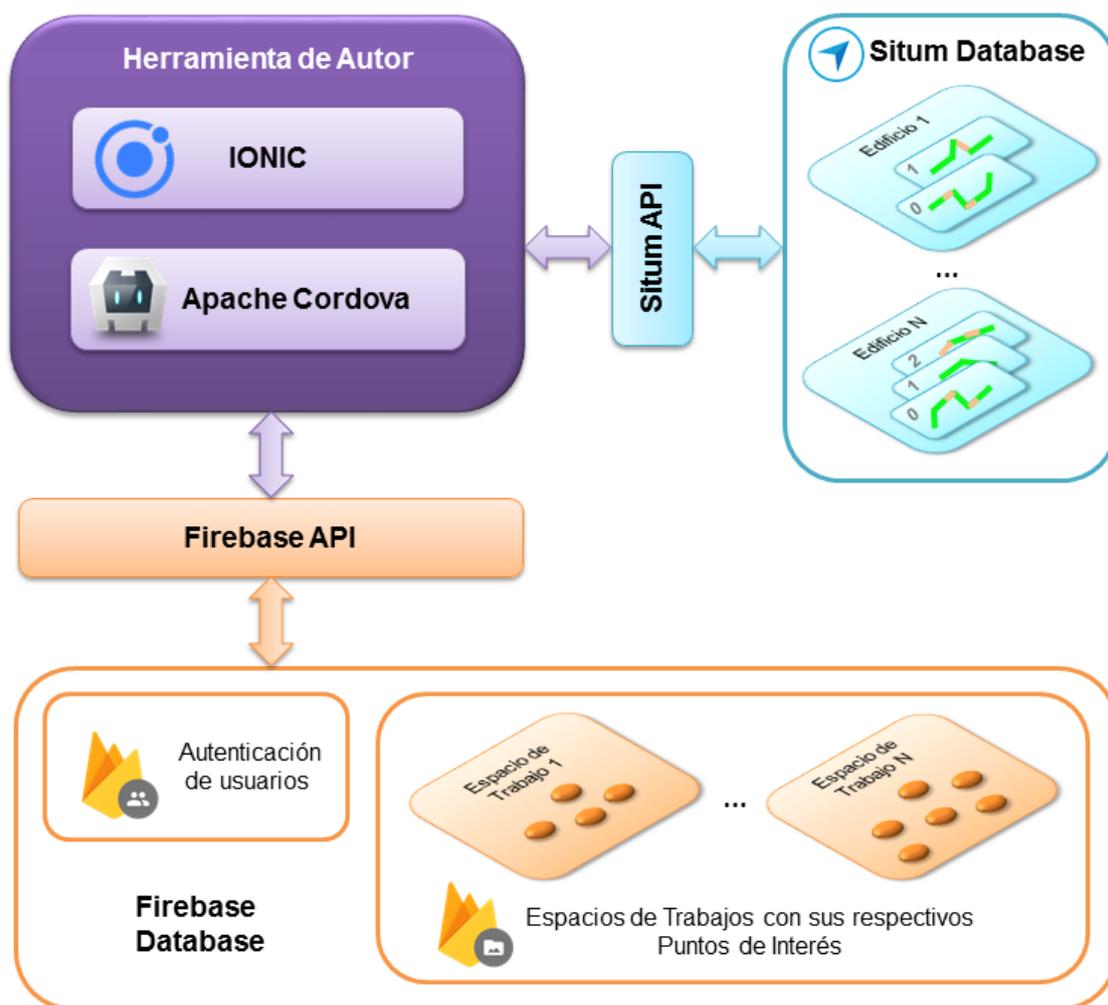
En la Figura 5.2 se puede apreciar la arquitectura de la herramienta de autor desarrollada, en donde tanto *Apache Cordova* como *IONIC* conforman la herramienta en sí, mientras que son usadas tanto las APIs de *Situm* y *Firebase*. En dicha figura se puede observar que usando la API de *Firebase*, se accede a la autenticación de usuarios y que además en dicha base se tienen almacenados todos los *Espacios de Trabajo* con su respectiva información, por ejemplo, los puntos de interés que tiene definidos.

Además, se puede notar que a través de la API de *Situm* se accede a la información de los edificios con sus respectivos pisos, y que a través de la misma se consume el

<sup>9</sup> Página de *Firebase*: <https://firebase.google.com/> (Último acceso 08/02/2019)

posicionamiento que realiza la herramienta gracias a las calibraciones realizadas.

Cabe mencionar que como información de los *Espacios de Trabajo* se guarda el creador y los colaboradores del mismo. En el momento en que un usuario se loguea en la herramienta, se valida que sea un usuario registrado; y luego se obtienen de la base de datos de *Firebase* los *Espacios de Trabajo* creados por este usuario como así también aquellos *Espacios de Trabajo* en los cuales este usuario está colaborando. Las acciones que el usuario puede realizar, dependen del estado actual del espacio de trabajo sobre el que quiere realizar las mismas.



**Figura 5.2: Arquitectura de la herramienta de autor.**

Como se visualiza en la Figura 5.2, en *Firebase* se guarda toda la información de los *Espacios de Trabajo*; es decir, se guardan por ejemplo los puntos de interés creados y todos los usuarios que están relacionados a un *Espacio de Trabajo*, ya sea el creador o colaboradores que van a acceder desde la herramienta a dicho espacio. Cuando cambia algo del *Espacio de Trabajo* esto se ve reflejado en cada uno de los usuarios que también están visualizando dicho espacio, si es que corresponde; por ejemplo, cuando un colaborador crea un lugar relevante en un *Espacio de Trabajo*, al creador del mismo, se le actualiza la interfaz visual con el lugar creado. Es decir, hay una sincronización automática de la información, según corresponda.

Además, cada vez que el creador cambia el estado del *Espacio de Trabajo* esto

impacta en las acciones que pueden o no realizar, a través de la interfaz, los colaboradores. Por ejemplo, los colaboradores pueden crear puntos de interés cuando el *Espacio de Trabajo* está en el estado “*Edición Colaborativa*”. De esta manera, se puede apreciar la ventaja de usar *Firebase* como sincronizador de la información que se va generando en los diferentes estados por los que pasa el *Espacio de Trabajo*.

Para poder lograr la actualización automática de la interfaz desde la herramienta, se han creado diferentes *listeners* de eventos para actualizar cuando corresponda la interfaz visual del usuario. De esta manera se ven reflejados los cambios en tiempo real.

Otra característica a mencionar de la herramienta es que el cambio de piso se realiza de forma manual. Si bien el posicionamiento es brindado por *Situm*, el usuario de la herramienta debe ir cambiando de piso del edificio manera manual. Los mapas de cada piso son accedidos mediante la *API de Situm* como se mostró en la Figura 5.2, y estos son usados para brindar la posibilidad al usuario de indicar el piso en el que se encuentra actualmente, a través de la herramienta.

Se puede notar en la Figura 5.2 que no se detallan las características de los usuarios que usan la herramienta, ya que la misma se diseñó para que sea utilizada por cualquier usuario registrado. Estos usuarios podrán tener *Espacios de Trabajo* creados como así también aquellos en los que colabora. Además, los usuarios finales sólo pueden ver la versión final de la aplicación construida (*Espacio de Trabajo* en el estado final). Estos usuarios no han participado en el proceso de creación y diseño del *Espacio de Trabajo*.

De esta manera se puede apreciar que la misma herramienta sirve no sólo para crear, diseñar y coordinar entre el equipo de trabajo, sino también que puede ser accedida por usuarios que consumen la información de los *Espacios de Trabajo*, una vez que estos están en el estado “*Versión final pública*”. Esta es una forma de aprovechar la misma aplicación para que los usuarios a veces sean partícipes del co-diseño mientras otras sean sólo visualizadores de lo que se ha generado. Esto facilita no tener que desarrollar aplicaciones distintas, una para co-diseño y otra para “*consumir*” lo creado.

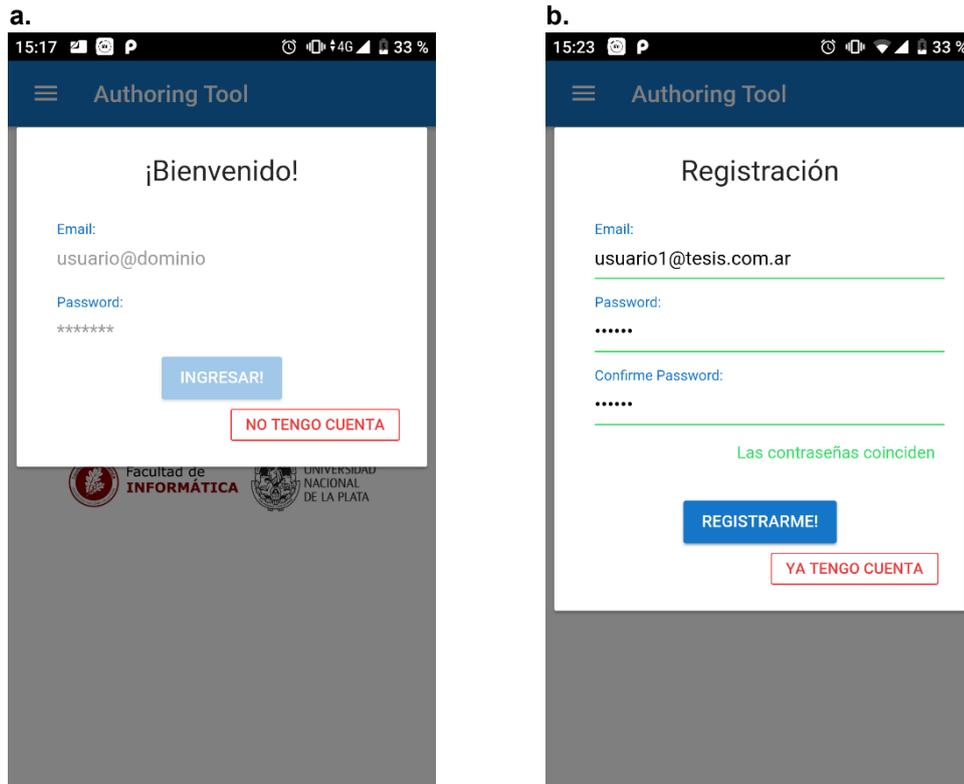
Esta característica de usar la misma herramienta para acceder a la aplicación final, es otra interpretación distinta del framework conceptual ya que no se genera realmente otra aplicación diferente. Esto se realizó de esta manera para agilizar los tiempos de desarrollo ya que el comportamiento varía en solo algunas características.

Podría pasar que hay usuarios que son creadores de algunos *Espacios de Trabajos*, colaboran en otros y además usan estos espacios como si fueran usuarios finales. Esto se ve facilitado al tener una sola aplicación que permite tener conviviendo los tres roles diferentes.

### **5.3 Funcionalidad de la herramienta desarrollada**

En esta sección se van a ir presentando las distintas pantallas de la herramienta desarrollada como así también describiendo la funcionalidad de las mismas.

En la Figura 5.3.1.a se puede apreciar la pantalla de login de la herramienta. En el caso en el que el usuario no se haya registrado anteriormente, se brinda la posibilidad de registrarse como nuevo usuario como se puede observar en la Figura 5.3.1.b.



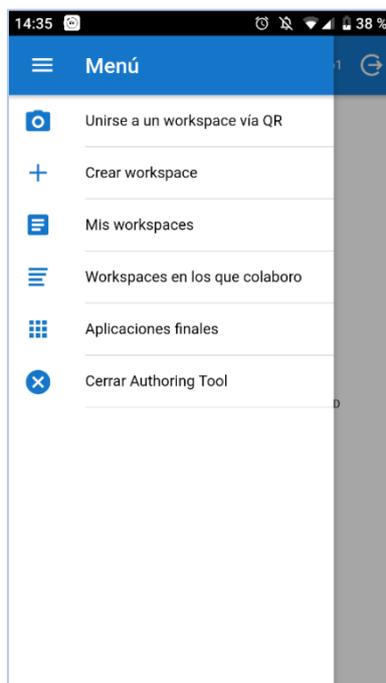
**Figura 5.3.1: Pantalla de login de la herramienta.**

En la Figura 5.3.1.b se mostraron los datos para la registración del *usuario1*. Una vez que el usuario se registra y se loguea en la herramienta, puede visualizar una pantalla como se muestra en la Figura 5.3.2. donde se puede ver en la parte superior derecha el nombre del usuario que se encuentra logueado actualmente.



**Figura 5.3.2: Pantalla inicial de la herramienta.**

Se puede observar que en la parte superior izquierda de la Figura 5.3.2 hay presente un menú y que al desplegarlo se aprecian las opciones mostradas en la Figura 5.3.3.



**Figura 5.3.3: Menú principal de la herramienta.**

A continuación, se irán presentando las distintas funcionalidades de la herramienta desarrollada.

➤ *Crear un Espacio de Trabajo (workspace)*

Para crear un *Espacio de Trabajo* o workspace (como lo define la interfaz visual de la herramienta), se debe seleccionar la opción del menú principal mostrado en la Figura 5.3.3 que se denomina “*Crear workspace*”. Al seleccionar esta opción se visualiza una pantalla de la Figura 5.3.4.

Al crear un *Espacio de Trabajo* debe definirse el color asociado; este color determinará cómo se visualizará la versión final de la aplicación creada. Cabe mencionar que la paleta de colores se especificó siguiendo los lineamientos de *Material Design*<sup>10</sup>. Además, como se puede visualizar en la Figura 5.3.4 se debe indicar el nombre que tendrá dicho espacio.

En la Figura 5.3.4 se puede observar que se debe elegir el edificio sobre el cual se estará trabajando. Al desplegar la opción, el usuario puede ver una pantalla como se muestra en la Figura 5.3.5.a. Para este caso sólo hay un edificio, el cual se corresponde al mostrado en el Capítulo 4.

Además, se debe seleccionar el tipo de *Espacio de Trabajo*; al seleccionar esta opción se aprecia una pantalla como se muestra en la Figura 5.3.5.b. En este caso, solo está habilitada la plantilla de “*Creación de Lugares Relevantes*”.

<sup>10</sup> Página de *Material Design*: <https://material.io> (último acceso: 04/03/2019)

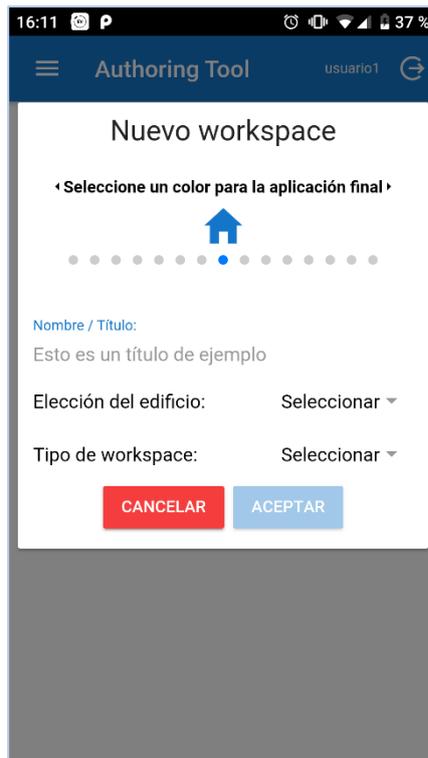


Figura 5.3.4: Creación de un *Espacio de Trabajo*.

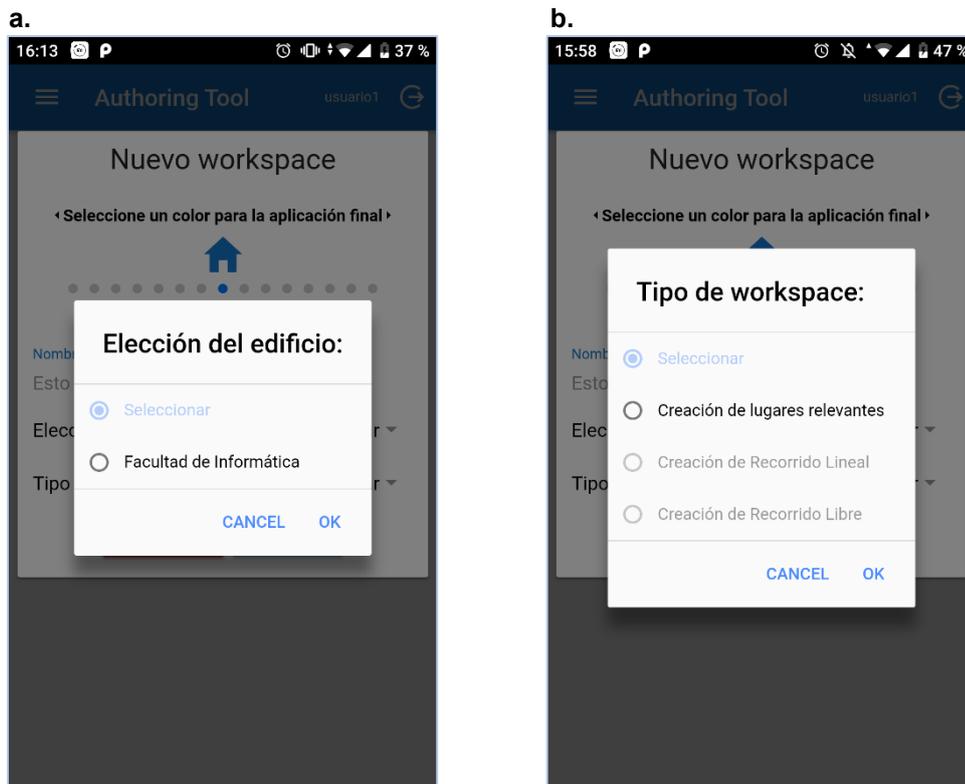
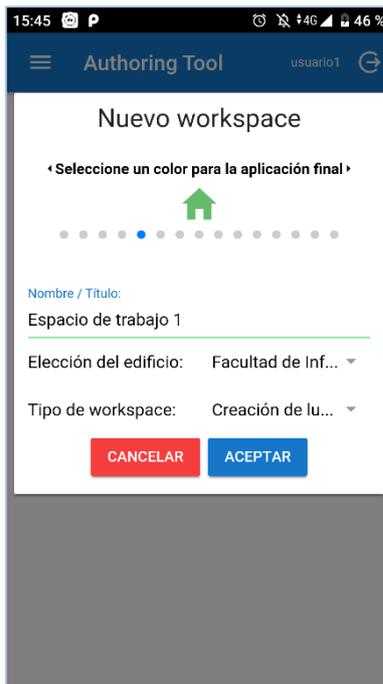


Figura 5.3.5: Opciones de la pantalla de creación de un *Espacio de Trabajo*.

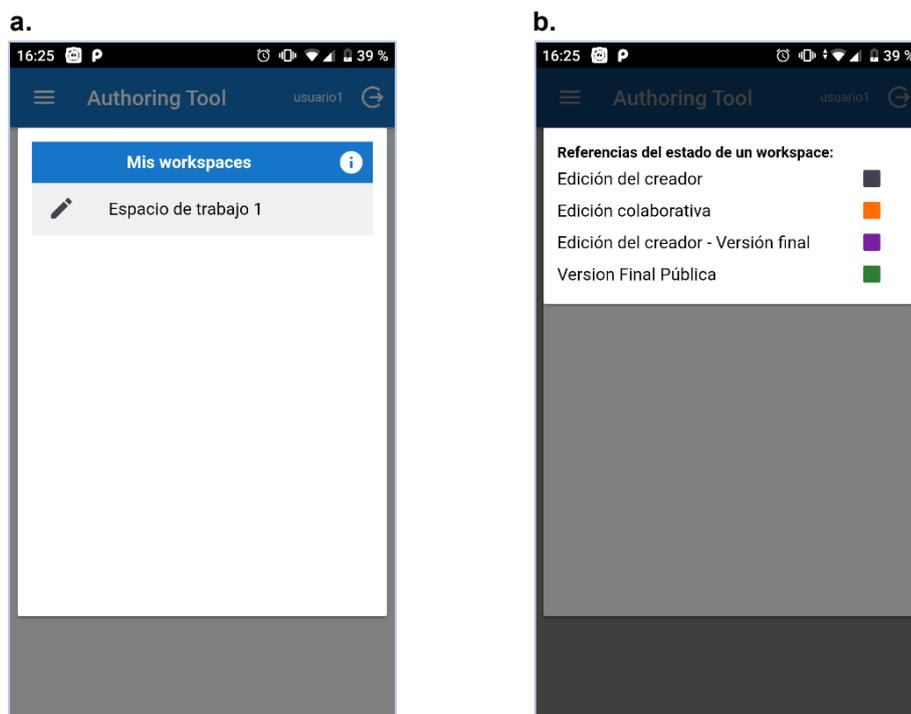
Una vez que se completan los datos de la Figura 5.3.4 se puede visualizar una pantalla como se muestra en la Figura 5.3.6, en este ejemplo se crea el “*Espacio de trabajo 1*”.



**Figura 5.3.6: Creación del “Espacio de trabajo 1”.**

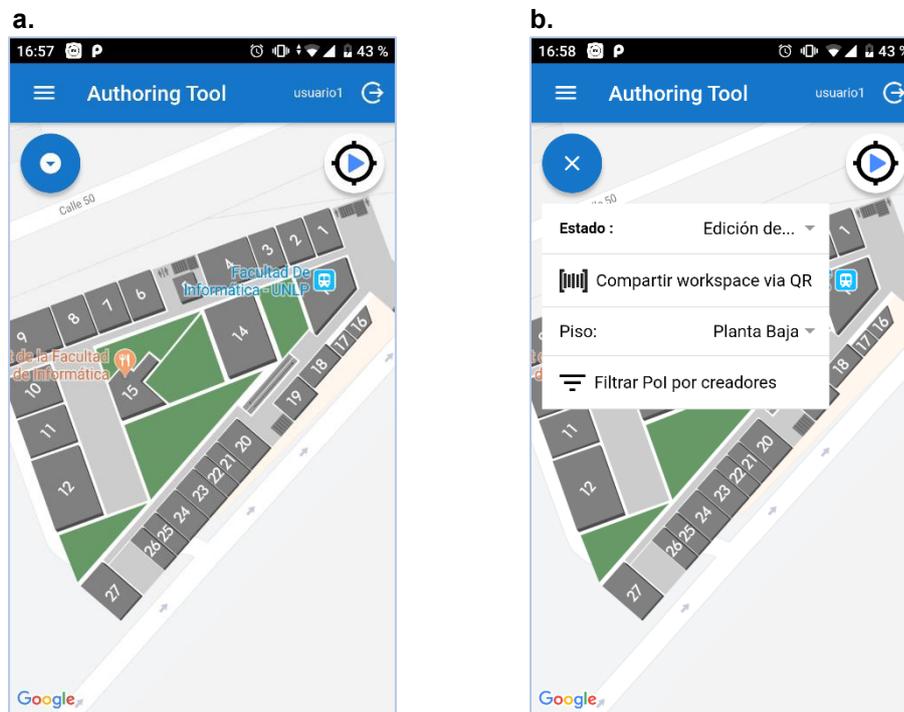
➤ *Espacio de Trabajo* creados

Los *Espacio de Trabajo* creados son accesibles desde la opción del menú principal (mostrado en la Figura 5.3.3) que se denomina “*Mis workspaces*”; al seleccionar esta opción se visualiza una pantalla como se puede apreciar en la Figura 5.3.7.a. Al acceder a la información de “*Mis workspaces*”, el usuario recibe la pantalla de la Figura 5.3.7.b; donde se detallan los posibles estados del *Espacio de Trabajo* con sus respectivos nombres y colores. Los cuatro estados listados en la Figura 5.3.7.b se corresponden con los descriptos en la Sección 5.1.



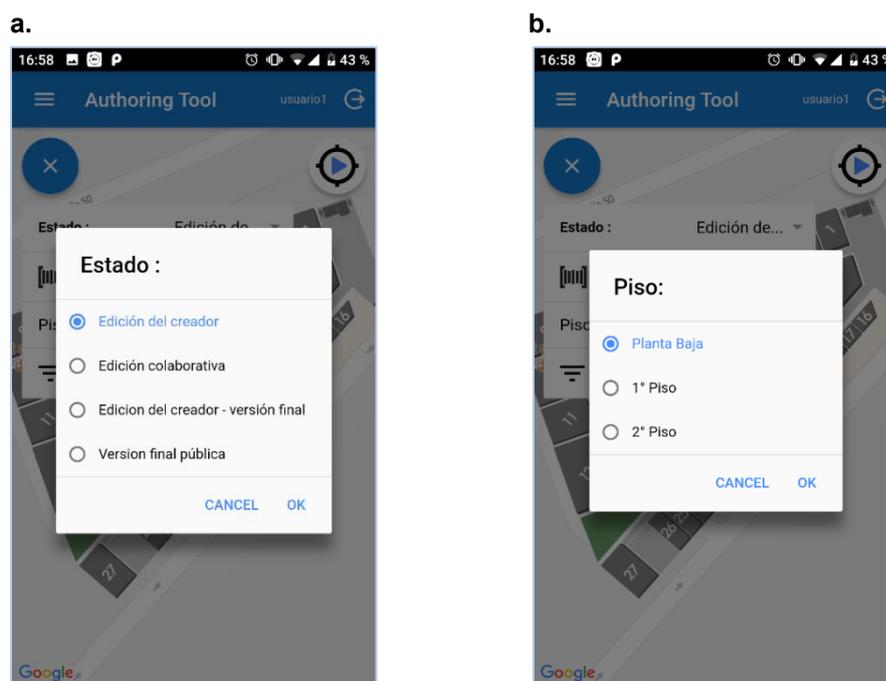
**Figura 5.3.7: Visualización de los *Espacios de Trabajo* creados.**

Al elegir el *Espacio de Trabajo* listado en la Figura 5.3.7.a, se puede apreciar la Figura 5.3.8.a. donde se visualiza el mapa del edificio asociado a este espacio. Al desplegar el menú contextual del *Espacio de Trabajo* se ven las opciones (ver Figura 5.3.8.b.).



**Figura 5.3.8: Visualización de un *Espacio de Trabajo*.**

Al elegir la opción para cambiar el estado del *Espacio de Trabajo* (Figura 5.3.8.b) se visualiza la Figura 5.3.9.a; el creador del *Espacio de Trabajo* puede cambiar el estado del mismo en cualquier momento. En el caso de elegir la opción para cambiar de piso de la Figura 5.3.8.b, el usuario recibe la pantalla de la Figura 5.3.9.b. Las otras opciones de la Figura 5.3.8.b se detallarán más adelante.



**Figura 5.3.9: Opciones relacionadas a un *Espacio de Trabajo*.**

➤ *Espacio de Trabajo* en los que colaboro

Para colaborar en un *Espacio de Trabajo* el creador debe brindar el código QR del mismo; para esto el creador debe elegir la opción “*Compartir workspace vía QR*” del menú mostrado en la Figura 5.3.8.b. Como resultado de elegir esta opción se visualiza la Figura 5.3.10.a, donde se puede apreciar que se debe seleccionar el color que se le asignará al colaborador. El color seleccionado se usará a la hora de dibujar los markers de los lugares relevantes de ese colaborador, esta paleta de colores se especificó siguiendo los lineamientos de *Material Design* al igual que la paleta usada para la creación del *Espacio de Trabajo*.

Cuando el usuario selecciona la opción “*Ver QR*” de la Figura 5.3.10.a, se puede apreciar la Figura 5.3.10.b. Notar que previamente se ha elegido el color que se ha de asignar al colaborador. Cuando el código de la Figura 5.3.10.b es leído por un usuario, éste se agrega como colaborador del *Espacio de Trabajo* con el color que el creador le ha asignado. En el ejemplo de la Figura 5.3.10.b es un color rosa.

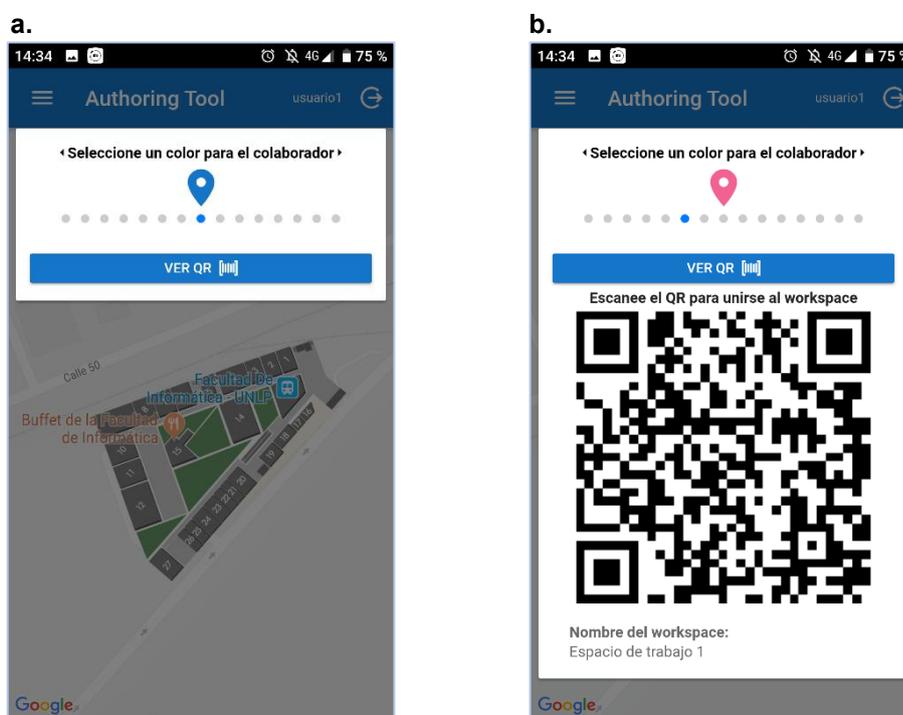


Figura 5.3.10: Compartir el código QR del *Espacio de Trabajo*.

Supongamos que el *usuario2* decide ser colaborador del “*Espacio de trabajo 1*”, para esto debe seleccionar del menú de la Figura 5.3.3 la opción “*Unirse a un workspace vía QR*”; como resultado de esta acción se abre la cámara del dispositivo móvil.

Una vez que el código QR es detectado por la cámara, el *usuario2* recibe la pantalla de la Figura 5.3.11.a. Se puede apreciar que se le indica que se ha unido correctamente al *Espacio de Trabajo* y que éste ya aparece entre los espacios en los que colabora.

Cuando el *usuario2* selecciona de la Figura 5.3.3 la opción “*Workspaces en los que colaboro*”, tiene ahora asignado el “*Espacio de trabajo 1*”, como se puede apreciar en la Figura 5.3.11.b.

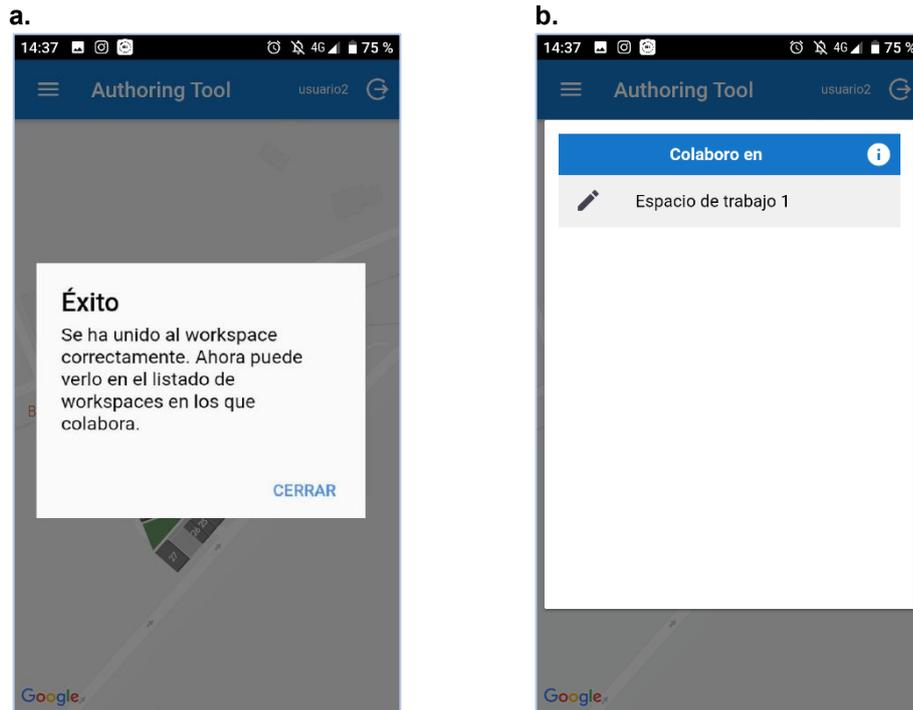


Figura 5.3.11: Unirse a un *Espacio de Trabajo*.

Supongamos que el *usuario2* selecciona de la Figura 5.3.11.b el “*Espacio de trabajo 1*”; en este caso como está en el estado “*Edición del creador*” se le muestra la Figura 5.3.12.a. Hasta que el creador no cambia al estado “*Edición Colaborativa*” el *usuario2* no puede empezar a colaborar en el *Espacio de Trabajo*. Supongamos que el *usuario1* cambia al estado “*Edición Colaborativa*”, esto lo ve reflejado el *usuario2* en el color indicativo del icono de edición del “*Espacio de trabajo 1*”, como se puede observar en la Figura 5.3.12.b.

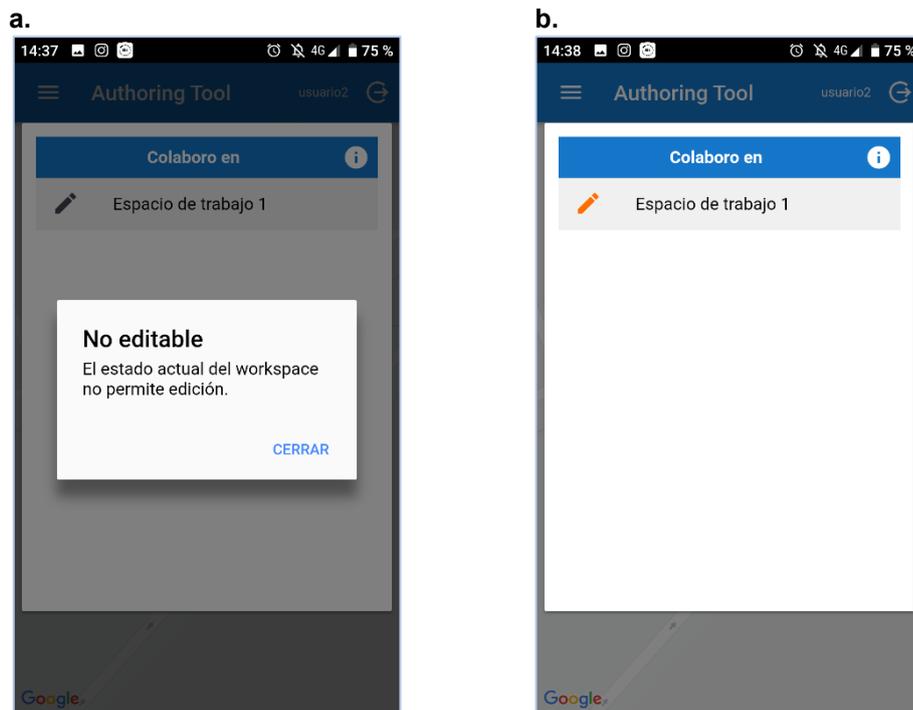
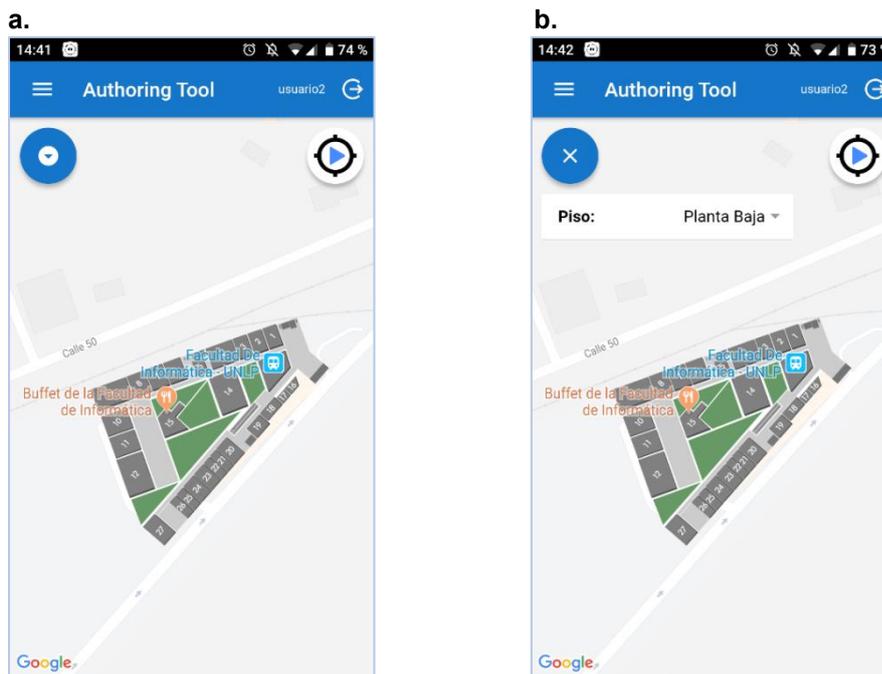


Figura 5.3.12: Acciones dependiendo del estado del *Espacio de Trabajo*.

Cabe mencionar que para cambiar el estado del *Espacio de Trabajo*, el creador debe usar la opción mostrada en la Figura 5.3.9.a. Este cambio se ve reflejado en todos los colaboradores. En este caso, el estado “*Edición Colaborativa*” habilita a los colaboradores a empezar a crear lugares relevantes.

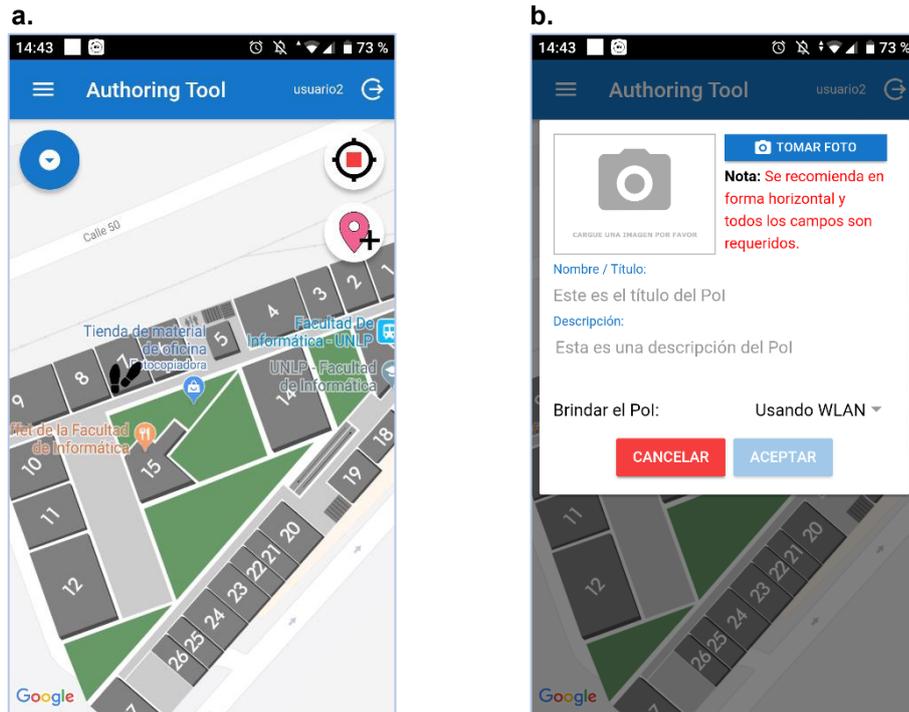
Al seleccionar el “*Espacio de trabajo 1*” de la Figura 5.3.12.b, y dado que éste ahora se encuentra en el estado “*Edición Colaborativa*”, el *usuario2* recibe la pantalla de la Figura 5.3.13.a; se puede observar que se muestra el mapa del edificio. Al desplegar el menú del “*Espacio de trabajo 1*” se visualiza la Figura 5.3.12.b. En este caso, la única opción disponible es cambiar de piso, ya que el *usuario2* no tiene “*activo*” el posicionamiento desde la herramienta.



**Figura 5.3.13: Acciones del colaborador cuando *no está posicionado*.**

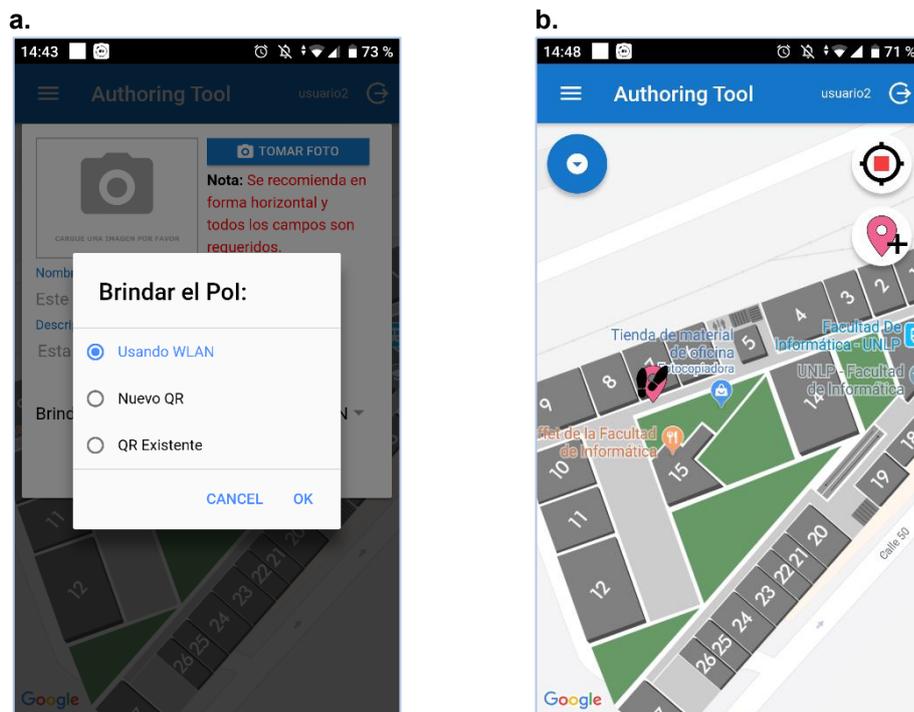
El posicionamiento se “*activa*” desde el icono que aparece en la parte superior derecha, bajo la barra de navegación de la Figura 5.3.13.b. Al seleccionarlo, la herramienta verifica que el dispositivo tenga permiso en la utilización del GPS y habilitada la opción de ubicación del mismo. En el caso que no esté habilitado, el usuario debe elegir la opción de “*Precisión Alta*” (o una opción similar dependiendo de la versión del sistema operativo del dispositivo).

Una vez concedido el permiso y habilitada la ubicación del dispositivo, la herramienta puede “*activar*” el posicionamiento. Como resultado de seleccionar la opción que aparece arriba a la derecha de la Figura 5.3.13.b; el *usuario2* recibe la pantalla de la Figura 5.3.14.a. Se puede apreciar que se indica la posición actual del usuario sobre el mapa. Además, se puede observar en la 5.3.14.a. que se cambia el icono asociado al posicionamiento, el cual ahora se encuentra *activo*; (puede detenerse presionando el nuevo ícono) y ahora se provee la posibilidad de crear lugares relevantes. Notar que el marker para crear lugares relevantes tiene el color que se le asignó al *usuario2* cuando se unió al “*Espacio de trabajo 1*”. Al seleccionar esta opción, se muestra la pantalla de la Figura 5.3.14.b, donde se puede visualizar la plantilla (*template*) de “*Crear Lugares Relevantes*” previamente mencionada la Sección 5.3.1.



**Figura 5.3.14: Acciones del colaborador cuando está posicionado.**

Se puede observar en la Figura 5.3.14.b, que se debe tomar una foto del lugar, ingresar su nombre (o título), descripción, y además se debe elegir cuál será el mecanismo usado para brindar el lugar relevante. Las opciones relacionadas a “*Brindar el Pol*” se pueden apreciar en la Figura 5.3.15.a. Al completar todos los datos de plantilla se crea el lugar relevante, el cual se muestra en la posición actual del usuario como se visualiza en la Figura 5.3.15.b. A medida que el usuario se va moviendo por el espacio físico, puede ir creando lugares relevantes.



**Figura 5.3.15: Crear un lugar relevante.**

Una vez creado el lugar relevante se puede seleccionar como se muestra en la Figura 5.3.16.a; al abrir la información se visualiza la pantalla de la Figura 5.3.16.b, donde se permite editar o borrar el lugar relevante creado.

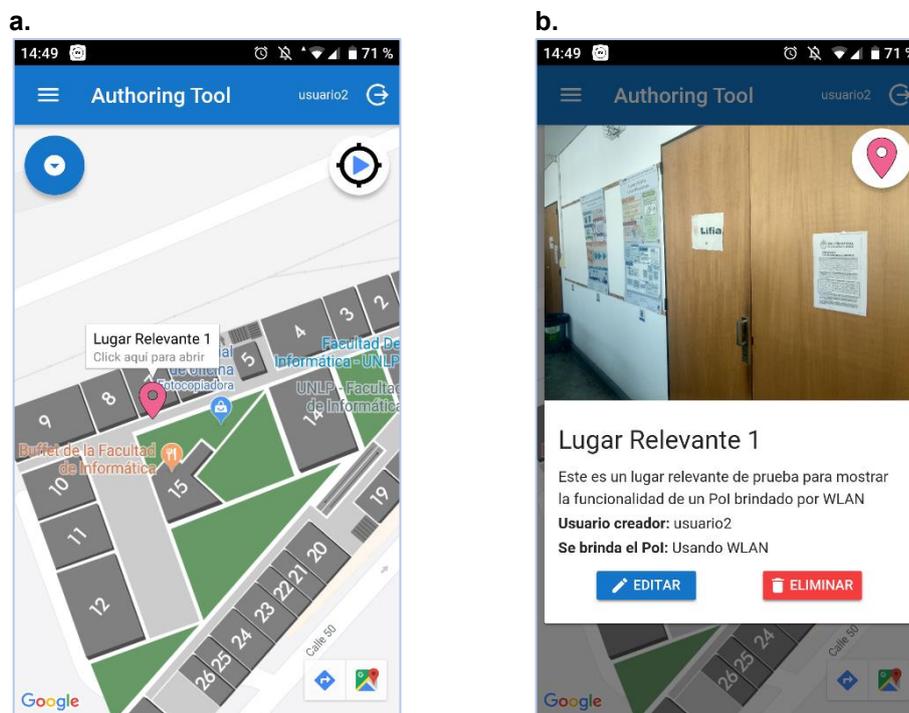


Figura 5.3.16: Opciones de un lugar relevante creado.

Al presionar el botón de editar de la Figura 5.3.16.b se permite modificar todos los datos excepto la foto relacionada al lugar relevante. En el caso que la fotografía tomada no sea correcta, el lugar relevante se puede borrar y crear uno nuevo tomando la foto acorde al cambio que desee realizar el usuario.

En el caso de crear un lugar relevante que se brinde usando un código QR (nuevo o existente), el marker aparece con una iconografía distinta (posee un código QR en su interior) sobre el mapa como se puede apreciar en la Figura 5.3.17.a.

Cuando el creador cambia el estado del *Espacio de Trabajo* a “*Versión Final Publica*”, todos los códigos QR de los puntos de interés del piso actual (ya sean nuevos o existentes) son descargados en el dispositivo móvil del creador. Aquellos códigos nuevos deben ser impresos y ubicados en los lugares adecuados del edificio. Esto es fundamental para el correcto funcionamiento de la versión final de la aplicación.

Mientras los colaboradores van creando lugares relevantes, el creador del *Espacio de Trabajo* recibe automáticamente la información. Se puede apreciar en la Figura 5.3.17.b cómo el creador del “*Espacio de trabajo 1*” puede visualizar los lugares relevantes creados por el colaborador *usuario2*. En el caso de tener varios colaboradores, se verán los distintos markers de los colores asignados a cada uno de ellos. Esto debe ser considerado a la hora de asignarles colores a los colaboradores que se van uniendo a los *Espacios de Trabajo*. Como se mostró en la Figura 5.3.8.b el creador tiene la opción “*Filtrar Pol por creadores*”, esta opción permite que el creador vea los lugares relevantes de los colaboradores que seleccione.

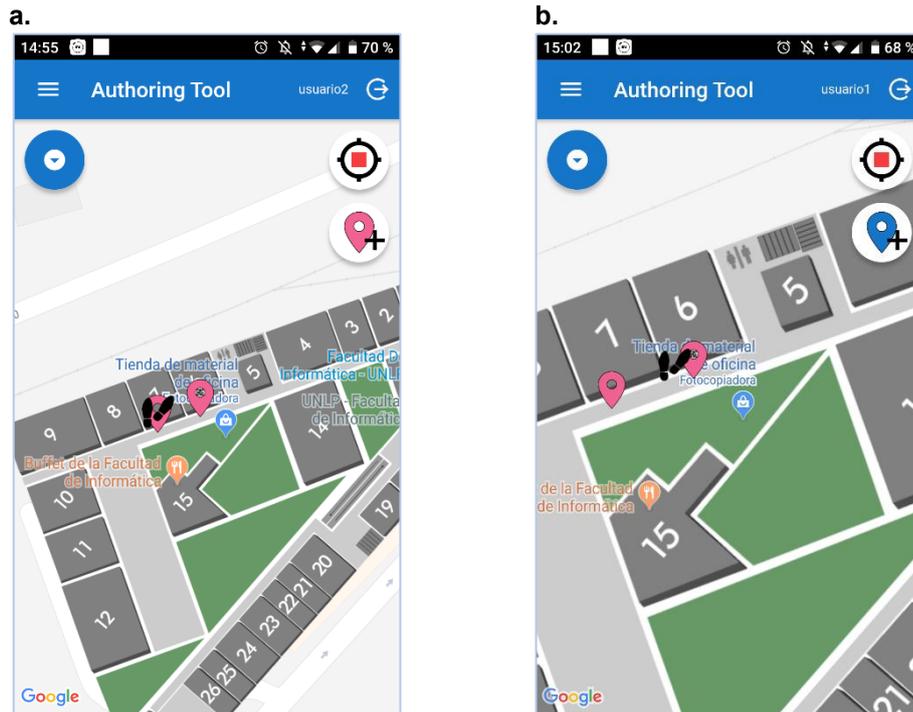


Figura 5.3.17: Varios lugares relevantes creados.

➤ Reflejar los lugares relevantes acordados del *Espacio de Trabajo*

Los colaboradores crearán lugares relevantes, y dependiendo de la dinámica del equipo de trabajo, en algún momento el creador del *Espacio de Trabajo* establecerá que es tiempo de cambiar al siguiente estado en este caso “*Edición del Creador – versión final*”; al realizar este cambio, se muestra la pantalla de la Figura 5.3.18.a. Cabe mencionar que para cambiar el estado, el creador debe usar la opción mostrada en la Figura 5.3.9.a. Este cambio lo ve reflejado el *usuario2* en el color indicativo del icono de edición del “*Espacio de trabajo 1*”, como se puede apreciar en la Figura 5.3.18.b.

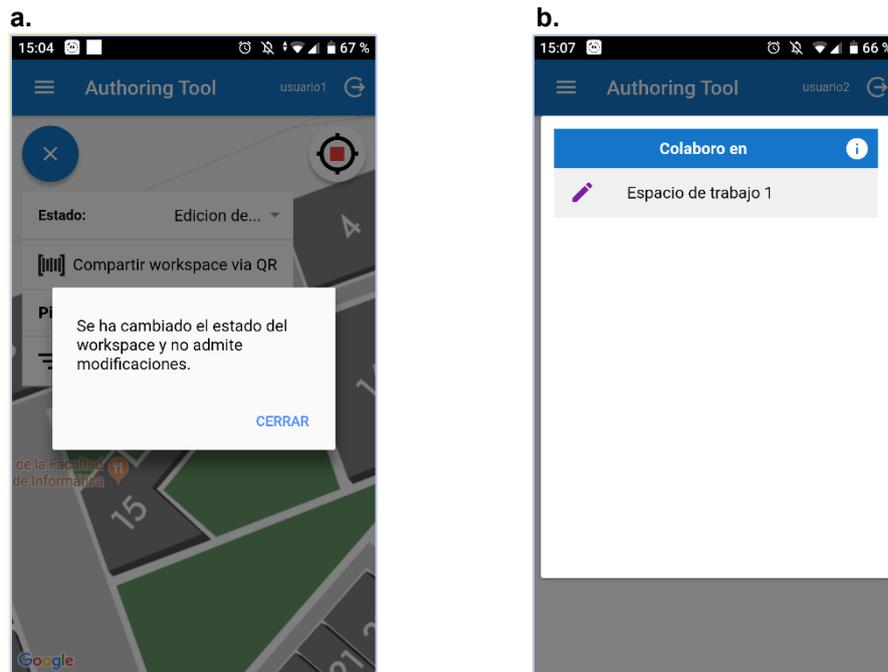
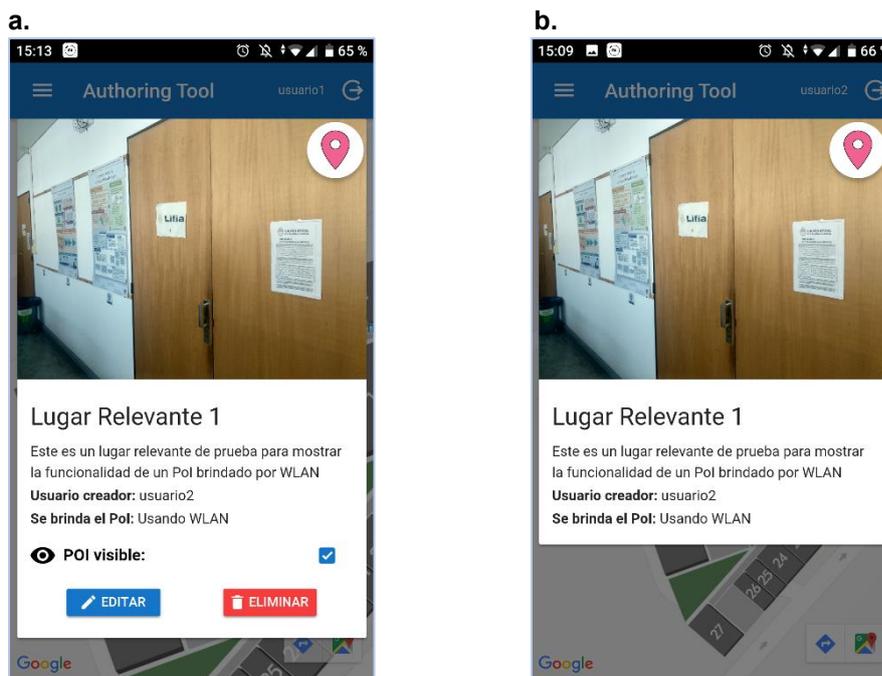


Figura 5.3.18: Cambio de estado del *Espacio de trabajo 1*.

Al cambiar al estado “*Edición del Creador – versión final*”, los lugares relevantes pueden ser visualizados tanto por el creador del *Espacio de Trabajo* como por los colaboradores. El creador podrá visualizar la información, editar o borrar el lugar relevante, y además indicar si cada lugar relevante va a ser visible o no para la versión final de la aplicación (como se mencionó en la Sección 5.1). Esto se puede apreciar en la Figura 5.3.19.a.

Sin embargo, los colaboradores sólo podrán visualizar información de los lugares relevantes como se puede observar en la Figura 5.3.19.b. En el estado “*Edición del Creador – versión final*”; los colaboradores no pueden realizar ninguna otra acción.

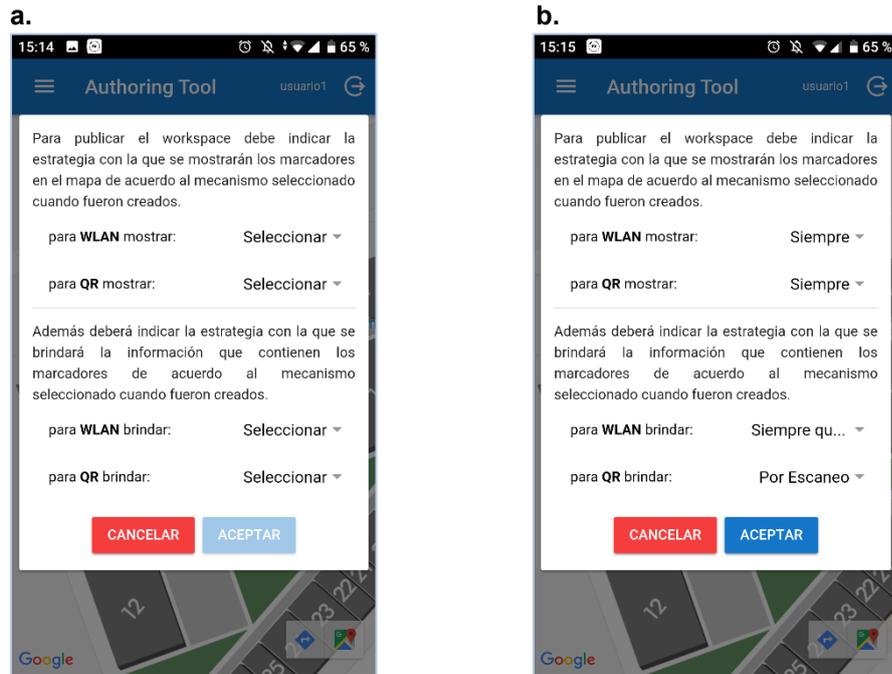


**Figura 5.3.19: Acciones relacionadas a los lugares relevantes cuando el estado del *Espacio de Trabajo* es “*Edición del Creador – versión final*”.**

Como se mencionó en la Sección 5.1 habrá toda una etapa de acuerdo de cuáles son los lugares relevantes que quedarán en la versión final. Esta etapa se realiza por fuera de la herramienta. Acorde a esto, el creador irá marcando qué lugares quedan visibles o no en pantallas similares a la Figura 5.3.19.a. Para esto, destildará o no la opción “*Poi visible*”, por default la herramienta considera todos los lugares relevantes como visibles. Esta acción la debe realizar para todos los lugares relevantes definidos por todos los colaboradores.

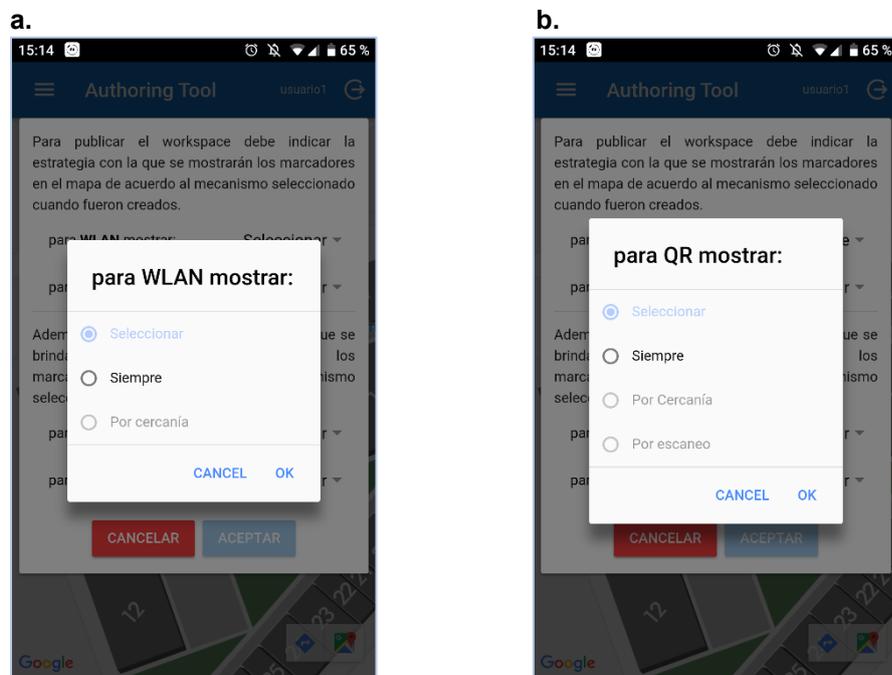
➤ **Crear versión final del *Espacio de Trabajo***

Todas las opciones de la Figura 5.3.20.a deben de ser seleccionadas para que se habilite el botón de “*Aceptar*” como se puede observar en la Figura 5.3.20.b.



**Figura 5.3.20: Cambiar al estado “Versión final pública”.**

Veamos las pantallas asociadas a las cuatro selecciones que deben realizarse en relación a la Figura 5.3.20.a. En las Figura 5.3.21 se pueden apreciar las opciones relacionadas a la selección de las estrategias para mostrar los markers, de acuerdo al mecanismo asociado cuando estos fueron creados. Estas opciones guardan relación con lo descrito en la Sección 5.1. Se puede apreciar que sólo aparecen seleccionables las estrategias que actualmente están implementadas.



**Figura 5.3.21: Opciones relacionadas a las estrategias para mostrar los markers en el mapa.**

En las Figura 5.3.22 se pueden apreciar las opciones relacionadas a la selección de las estrategias para brindar la información los markers, de acuerdo al mecanismo asociado cuando estos fueron creados. Estas opciones guardan relación con lo descrito en la Sección 5.1. Se puede apreciar que sólo aparecen seleccionables las estrategias que actualmente están implementadas.

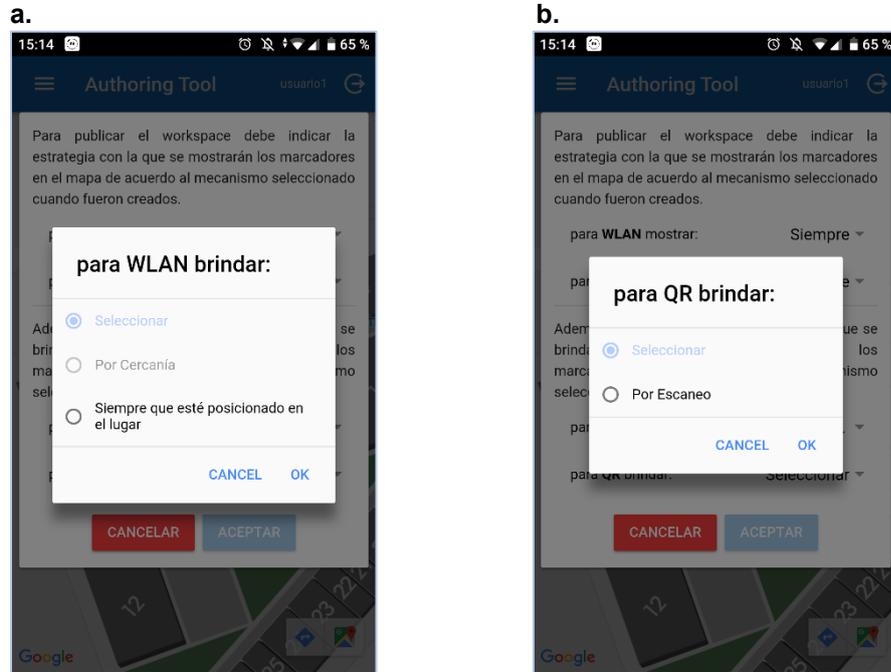


Figura 5.3.22: Opciones relacionadas a las estrategias para brindar la información.

Una vez seleccionadas todas las estrategias como se mostró en la Figura 5.3.20.b, se puede cambiar al estado al estado “*Versión final pública*”; como resultado el creador recibe la pantalla que se muestra en la Figura 5.3.23.a.

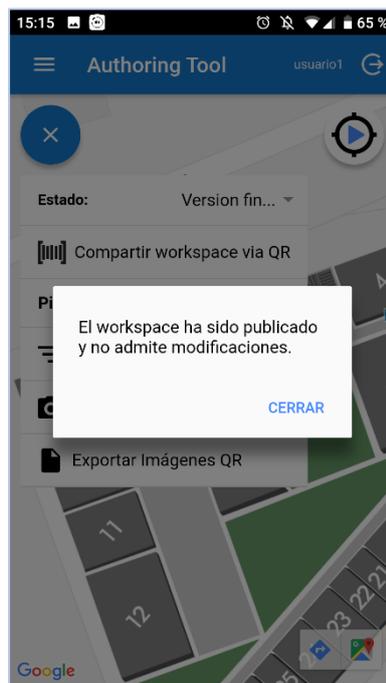


Figura 5.3.23: Se produce el cambio al estado “*Versión final pública*”.

En el estado “*Versión final pública*” el creador puede ver la información de aquellos lugares de interés que fueron creados indicando que se iban a brindar usando WLAN (ver Figura 5.3.24.a). Sin embargo, los lugares relevantes brindados por QR no son visibles; esto es indicado con el mensaje mostrado en la Figura 5.3.24.b. Este comportamiento sigue el mismo funcionamiento como cuando el *Espacio de Trabajo* es accedido por un usuario final que desea usar la aplicación generada.

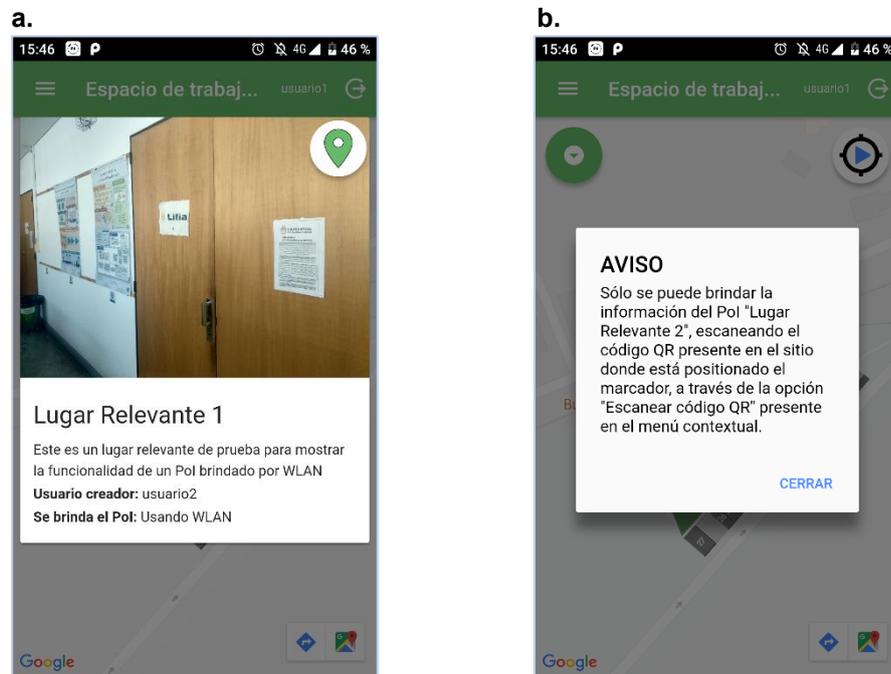


Figura 5.3.24: El creador cuando el estado es “*Versión final pública*”.

En el estado “*Versión final pública*”, el creador tiene disponible una nueva opción en el menú del *Espacio de Trabajo* que permite “*Escanear código QR*”, de esta manera puede ver la información de aquellos lugares relevantes cuya información es brindada por QR. Esta opción se puede visualizar en la Figura 5.3.25.

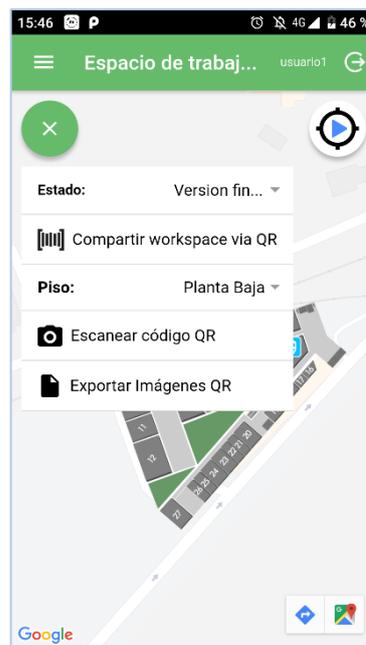
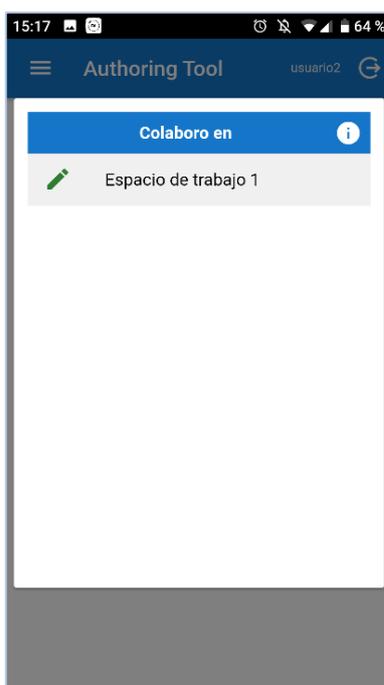


Figura 5.3.25: Nuevas acciones para el estado “*Versión final pública*”.

Al leer un código QR usando la opción “*Escanear código QR*” se valida si es un QR generado desde el *Espacio de Trabajo* o no, y también se chequea que el usuario esté en mismo piso al que corresponde ese código QR. En caso afirmativo, se brinda la información del lugar relevante correspondiente.

Se puede apreciar además en la Figura 5.3.25 que para el creador se brinda la opción “*Exportar Imágenes QR*”. Esto es útil por si en algún momento el creador tiene que volver a generar los códigos QR nuevos de algún piso que fueron definidos para el *Espacio de Trabajo*.

Cabe mencionar que cuando el *Espacio de Trabajo* pasa al estado “*Versión final pública*” los colaboradores pueden ver que cambió el color indicativo del icono de edición como se puede observar en la Figura 5.3.26. En este estado, los colaboradores pueden acceder al *Espacio de Trabajo*, el cual funciona igual que para los creadores como se mostró en las Figuras 5.3.24.



**Figura 5.3.26:** Los colaboradores puede ingresar al *Espacio de Trabajo* cuando este está en el estado “*Versión final pública*”.

En el caso que el creador detecte que se deben realizar modificaciones en la versión final, el creador puede cambiar el estado del mismo y volver así, por ejemplo, a los estados “*Edición Colaborativa*” o “*Edición del creador – Versión final*” dependiendo del tipo de modificación que debe realizarse.

➤ *Usuarios finales usando lo acordado en el Espacio de Trabajo*

Una vez que se estableció el estado “*Versión final pública*”, los lugares relevantes visibles pueden ser mostrados y brindados acorde a las estrategias especificadas en la Figura 5.3.20.a. Eso determinará cómo se comportará la versión final, la cual es accesible desde la misma herramienta.

Es importante destacar que en el momento en que se cambió al estado mencionado se guardaron en el dispositivo móvil del creador todos los códigos QR involucrados en el piso que se estaba visualizando. Para el resto de los pisos, los códigos QR involucrados deben ser exportados manualmente. Los códigos nuevos deberán ser impresos y colocados en los lugares que correspondan.

El creador puede seguir compartiendo el código QR del *Espacio de Trabajo* cuando este está en el estado “*Versión final pública*”, esto se realiza con la opción “*Compartir workspace vía QR*” como se ha mencionado anteriormente.

En todo momento un usuario mediante la opción del menú principal “*Unirse a un workspace vía QR*” puede leer un código QR de un *Espacio de Trabajo*; dependiendo del estado actual del espacio se interpreta que dicho usuario se está queriendo unir como colaborador o como usuario final. Es decir, la opción “*Compartir workspace vía QR*” es general mientras que la opción “*Unirse a un workspace vía QR*” se comporta diferente acorde al estado del *Espacio de Trabajo*.

Cuando un código QR es leído desde la opción “*Unirse a un workspace vía QR*” y el estado es “*Versión final pública*” a dicho usuario se le agrega ese *Espacio de Trabajo* como aplicación final. En los otros estados dicha opción agrega el *Espacio de Trabajo* en la lista de “*Workspaces en los que colaboro*”.

Supongamos que el *usuario2* lee el código QR del “*Espacio de trabajo 1*” usando la opción “*Unirse a un workspace vía QR*”, como el estado es “*Versión final pública*” este usuario pasa a tener como *aplicación final* dicho espacio, como se puede observar en la Figura 5.3.27.a. Al seleccionar el “*Espacio de trabajo 1*” el usuario va a poder acceder a visualizar la pantalla que se muestra en la Figura 5.3.27.b.

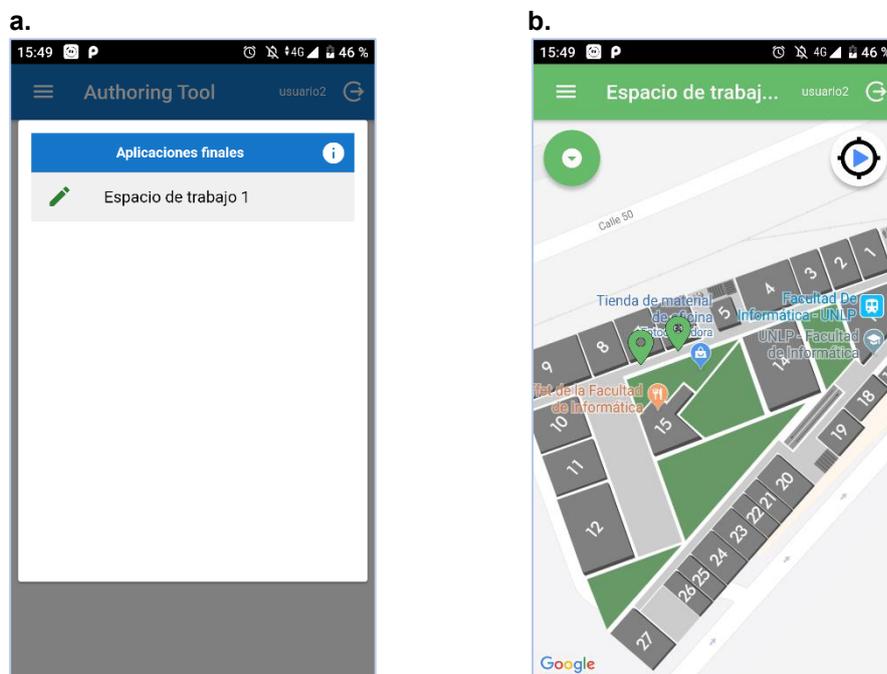


Figura 5.3.27: Uso de las aplicaciones finales.

El comportamiento de las *Aplicaciones finales* es el mismo que tenía el creador cuando el *Espacio de Trabajo* está en el estado “*Versión final pública*”, es decir los lugares relevantes brindados por WLAN son accesibles mientras que los brindados

por QR no son accesibles como se mostró en la Figura 5.3.24. Para acceder a estos últimos, se debe leer el código QR asociado al mismo.

Los usuarios que quieren usar las *Aplicaciones finales* deberán recorrer el lugar de manera in-situ para poder ir leyendo los códigos QR correspondientes. Cabe recordar, que si el *Espacio de Trabajo* definió lugares relevantes con códigos QR nuevos estos deben ser colocados en los lugares que corresponda para poder así brindar la información correspondiente.

Además, es de interés mencionar que las aplicaciones finales muestran en el menú de arriba el nombre del *Espacio de Trabajo*, y además el color del menú y los markers se establecen con el color elegido al crear dicho espacio, como se puede apreciar en la Figura 5.3.27.b.

## 6. Prueba de la herramienta con usuarios

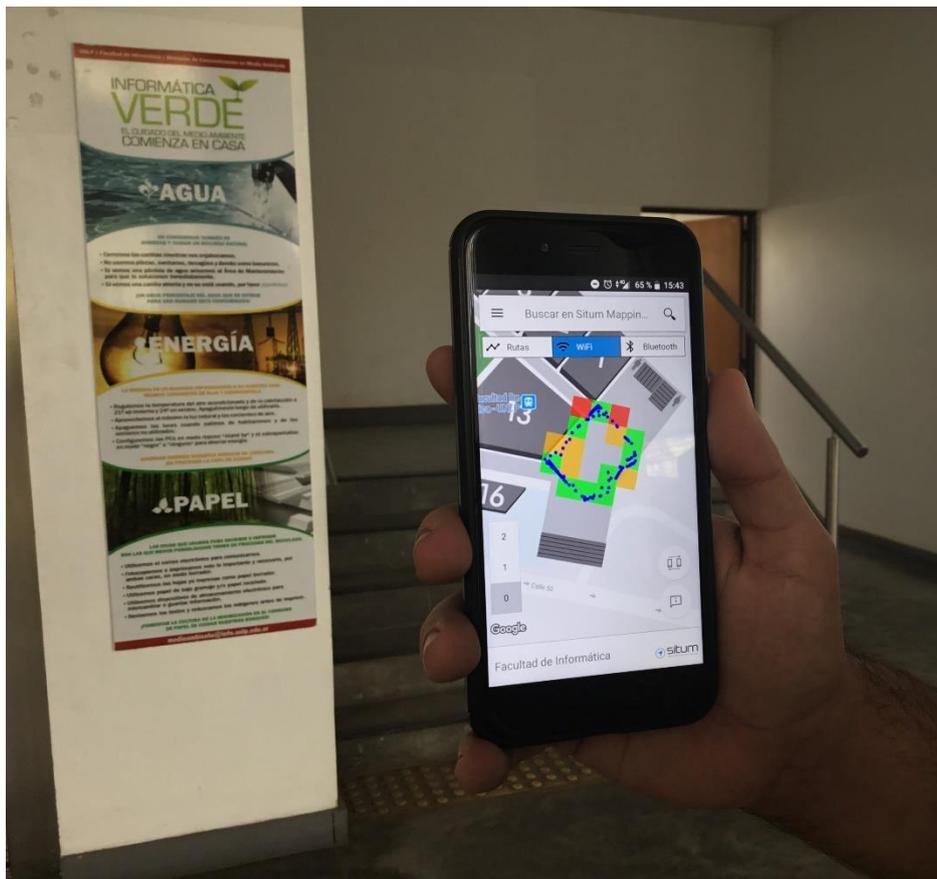
En este capítulo se presenta el resultado de las pruebas realizadas con usuarios usando una versión reducida de la herramienta presentada en el Capítulo 5.

La prueba fue llevada a cabo con alumnos de la materia Introducción a la Computación Móvil 2018 (de la Facultad de Informática, UNLP); los cuales contaban con conocimientos sobre Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento. El objetivo de esta prueba fue que la herramienta fuera utilizada de manera in-situ en un espacio indoor; acorde a esto, se decidió realizar la misma en el edificio de la Facultad de Informática (UNLP).

A continuación, se detallan distintos aspectos involucrados en la prueba y cómo los mismos fueron abordados.

- *Preparación de la herramienta para realizar la prueba*

Al decir realizar la prueba en el edificio de la Facultad de Informática (UNLP), esto implicó primero calibrar el lugar usando *Situm* como se describió en el Capítulo 4. En la Figura 6.1 se puede observar parte de las calibraciones realizadas en el hall de la Facultad.



**Figura 6.1: Calibración en el edificio de la Facultad de Informática usando *Situm*.**

Cabe mencionar que de la herramienta se quería probar la funcionalidad de definir lugares relevantes en un espacio físico, y cómo los diferentes usuarios identificaban qué era relevante para cada uno de ellos. Acorde a esto, se definió

una versión reducida de la herramienta donde los usuarios sólo tuvieran habilitadas las opciones para este fin.

Para cada participante de la prueba se creó una cuenta de usuario; esta información luego fue utilizada cuando cada usuario tuvo que loguearse en la herramienta el día de la prueba.

Como se mencionó en el Capítulo 6, la herramienta funciona con el concepto de espacio de trabajo, por lo tanto, se decidió crear dos espacios de trabajos, y los nueve alumnos fueron repartidos un grupo de cinco y otro de cuatro en estos dos espacios de trabajo. Esto se realizó de esta manera porque luego se quería seguir trabajando en grupo con los alumnos, una vez que estos terminaban de definir lo que ellos consideraban lugares relevantes.

La versión de la herramienta para esta prueba se decidió brindarla un día antes a los alumnos, para que los mismos pudieran instalarla con anterioridad y detectar así cualquier inconveniente. Como se buscaba que no usaran de ningún modo la herramienta hasta el día de la prueba, se definió una pantalla inicial con un código de ingreso que bloqueaba toda funcionalidad, como se puede apreciar en la Figura 6.2. Este código de desbloqueo fue brindado a los alumnos, el día de la prueba.



**Figura 6.2: Pantalla de bloqueo de funcionalidad.**

- *Instalación de la herramienta*

Se decidió realizar la prueba con los dispositivos móviles de los participantes, los cuales ocho de ellos contaban con sistema operativo Android. Para el alumno que no contaba con un dispositivo Android, se le consiguió uno para que pudiera realizar la prueba.

Se realizó un relevamiento de los dispositivos de los participantes y de la versión de Android para poder así asegurar con anterioridad que todos pudieran instalar la herramienta. A continuación, se listan las marcas de los dispositivos de los

participantes y la versión de Android que cada uno tenía instalada al momento de la prueba.

- Xiaomi - Android 8
- Xiaomi - Android 7
- Sony - Android 6.0
- Motorola - Android 8.1.0
- Samsung - Android 8
- Samsung - Android 6.0.1
- LG - Android 5.0.1

La herramienta fue empaquetada en un archivo .apk, y brindada usando el Dropbox de la materia un día antes de la prueba. Además, se les indico vía e-mail que debían instalarla y verificar que les parezca la ventana inicial de bloqueo, la cual fue mostrada en la Figura 6.2. Además, se les indicó una casilla de e-mail de contacto por cualquier inconveniente que tengan al momento de instalarla. Cabe mencionar que todos pudieron instalar la aplicación sin inconvenientes.

- *Conceptos brindados antes de realizar la prueba*

Si bien los alumnos como parte de los contenidos de la materia Introducción a la Computación Móvil contaban con conocimientos sobre Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento; había algunos conceptos propios de la herramienta que debían ser aclarados, pero sin inducir a cómo dicha herramienta debía ser utilizada. Se les explicó lo siguiente:

- ❖ Concepto de *Espacio de Trabajo*.
- ❖ Concepto de Pol usado por la herramienta, que en el caso de la prueba este representaba lugares relevantes.
- ❖ Posicionamiento indoor (WLAN), mencionando que esto requiere habilitar permisos de posicionamiento.
  - Sólo cuando el posicionamiento WLAN está activo se pueden crear Pol
- ❖ El cambio de plano de piso se realiza en forma manual.
- ❖ Se les detalló todos los datos que deben definir al crear Pol, destacando el hecho de tener que tomar una foto para indicar precisamente lo que se toma como relevante.

Además, se les aclaró que sólo estaba habilitada la funcionalidad necesaria para realizar la prueba.

- *Consigna planteada como parte del uso de la herramienta*

Se les planteó una consigna general para que los participantes tengan la libertad de que la misma no condicionara los lugares relevantes a definir. La consigna planteada fue la siguiente:

*“Diseñar una Aplicación Móvil para usuarios que asisten a un congreso, el cual se llevará a cabo en las aulas 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4 del Primer Piso de la Facultad de Informática de la UNLP”*

Y se les indicó además:

*“Usando Authoring Tool definir individualmente todos los lugares relevantes que podrían ser de interés para la aplicación del congreso”*

Esta es toda la información que los participantes tenían para definir los lugares relevantes acorde a la consigna indicada.

- *Uso de la herramienta*

Se le repartió a cada participante una tarjeta con el código de ingreso que debían utilizar en la pantalla que se observa en la Figura 6.2, además su usuario y contraseña. Luego, cada uno debió unirse al espacio de trabajo. Para esto se utilizaron dos dispositivos móviles adicionales en los cuales estaban logueados los creadores de ambos espacios. De esta manera, cada participante quedó relacionado a su espacio de trabajo.

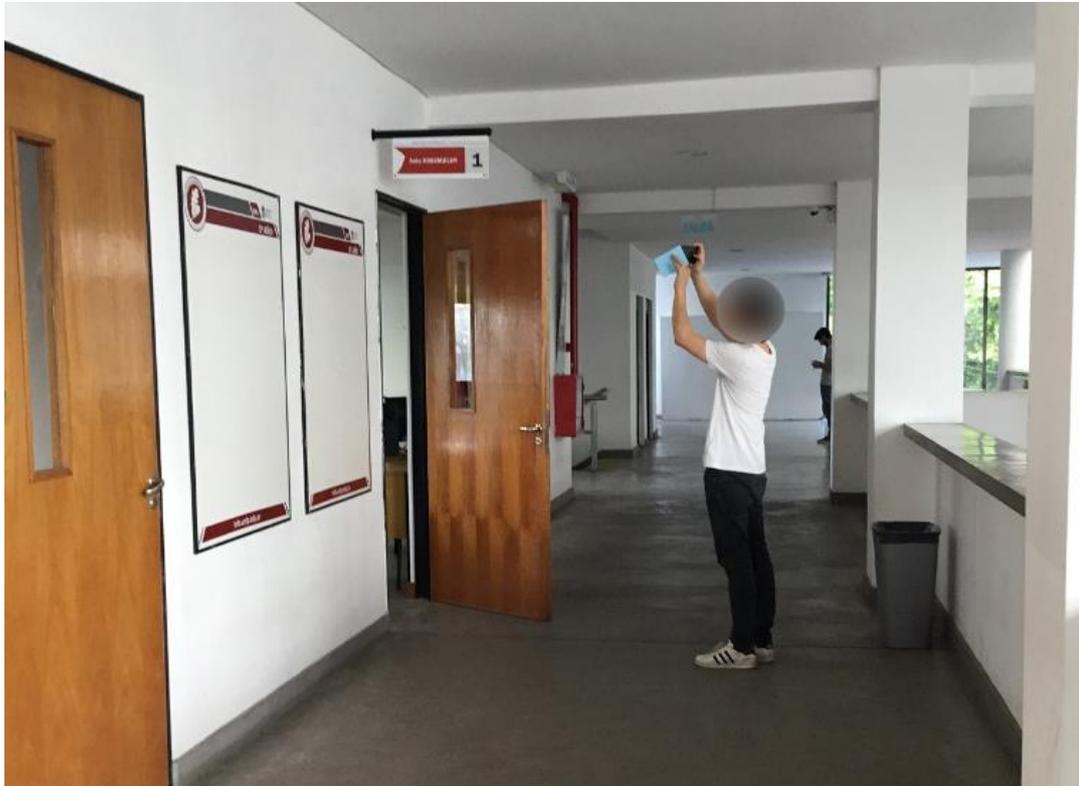
Se les indicó que contaban con 20 minutos para usar la herramienta, y que durante este tiempo no debían interactuar con otros participantes. Como punto de encuentro, una vez finalizado el tiempo, debían regresar al aula de la cual partieron. Durante los 20 minutos de uso de la herramienta, dos personas estuvieron observando el comportamiento de los participantes y realizando registros fotográficos de la misma. Se pudo observar, en rasgos generales, que todos estaban muy concentrados en sus tareas, algunos de ellos empezaron relevando la planta baja y otros el primer piso.

Varios pudieron aprovechar códigos QR existentes en el ambiente para indicar la forma de brindar la información en cada uno de los lugares relevantes, como se puede observar en la Figura 6.3. En particular, los códigos QR existentes que usaron los participantes fueron los asociados a las aulas del primer piso.



**Figura 6.3: Usando códigos QR existentes.**

Una observación interesante a destacar es la precisión con la que buscaban tomar la foto asociada al lugar relevante. En la Figura 6.4 se puede apreciar un ejemplo puntual, donde el participante quiere destacar el lugar relevante haciendo hincapié en el aula a la que se hace referencia. Este comportamiento estuvo presente en la mayoría de los participantes.



**Figura 6.4: Toma de fotos concretas asociadas a lugares relevantes.**

En la Figura 6.5 se puede observar cómo el creador de uno de los espacios de trabajo visualiza los distintos lugares relevantes creados por cada uno de los colaboradores del mismo. Cabe mencionar que a cada integrante se le ha asignado un color diferente para poder apreciar mejor la creación realizada por cada uno de ellos.

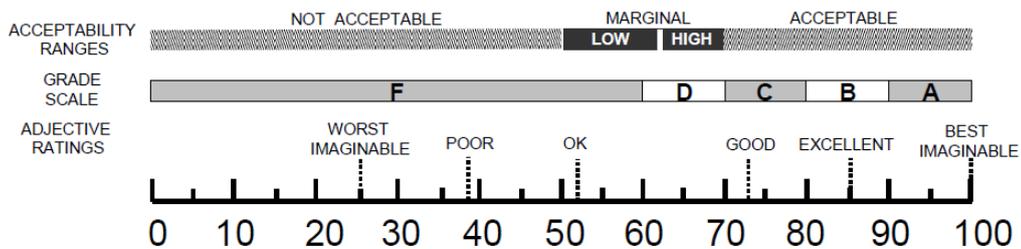


**Figura 6.5: Visualización de los elementos creados por uno de los equipos de trabajo en la planta baja.**

- *Formulario de usabilidad*

Al finalizar el tiempo estipulado para el uso de la herramienta, los participantes retornaron al aula de la cual partieron, y se les pidió que completaran un formulario SUS [Bangor et al., 2009]. En el Anexo B se pueden apreciar las diez preguntas del mismo.

En la Figura 6.6 se puede observar la interpretación de los resultados del SUS indicadas por los autores en [Bangor et al., 2009].



**Figura 6.6: Interpretación de los resultados del SUS [Bangor et al., 2009].**

En la Figura 6.7 se pueden observar el puntaje indicado por los participantes. Cabe aclarar que dicho formulario fue completado de manera anónima por los participantes, acorde a esto en dicha figura se han puesto nombres genéricos con el fin de identificar a cada uno.

Participantes	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8	q9	q10	Resultado SUS
p1	3	1	4	1	5	1	4	2	5	1	87,5
p2	4	1	5	1	5	1	4	2	4	1	90,0
p3	5	1	5	1	5	1	3	1	5	1	95,0
p4	4	2	4	1	4	1	4	2	5	1	85,0
p5	4	2	4	2	4	2	3	2	5	2	75,0
p6	3	2	4	1	5	1	5	1	4	2	85,0
p7	5	4	4	3	4	1	5	2	5	2	77,5
p8	3	1	5	1	5	1	4	1	4	1	90,0
p9	4	3	3	1	4	1	4	3	4	1	75,0
											84,4

**Figura 6.7: Resultado del formulario SUS completado por los participantes al finalizar la experiencia de uso de la herramienta.**

Como se puede observar en la Figura 6.7 el resultado obtenido del SUS es de 84,4. Acorde a la interpretación brindada en la Figura 6.6, se puede indicar que el nivel de usabilidad es aceptable, alcanzando lo que los autores marcan en [Bangor et al., 2009] como dentro del grado de excelencia.

Es importante desatacar que con nueve evaluaciones del formulario SUS no se alcanza un resultado concluyente; sin embargo, como prueba inicial de la herramienta se puede apreciar que la misma podría ser útil para poder definir lugares relevantes en un proceso de co-diseño in-situ.

- *Comentarios interesantes luego del uso de la herramienta*

Para poder recolectar información de la experiencia, los participantes tuvieron la posibilidad de contestar con texto libre como habían vivido la experiencia. A continuación, se listan algunos comentarios interesantes que mencionaron:

- Dificultad al tomar la fotografía relacionada a los lugares relevantes, ya que había circulación de personas en el lugar.
- El hecho de no tener definido requerimientos. Algunos destacaron que se les hacía complejo saber cuáles podrían ser lugares relevantes. Esto parece estar relacionado a que los participantes nunca habían participado en alguna experiencia de innovación donde a priori no se sabe lo que se va a proveer.
- Varios acordaron en que les hubiera gustado contar con más tiempo para hacer el relevamiento de los lugares relevantes.
- Algunos esperaban poder editar durante el proceso de creación de los lugares relevantes, y en esta versión de la herramienta esto no era posible.
- Dependiendo del dispositivo y la conectividad algunos presentaban más tiempo de latencia para actualizar la posición. Esto generaba que el participante tuviera que esperar hasta que la posición se actualizará, cabe mencionar que esto es una problemática propia del uso de WLAN como un servicio externo a la herramienta propuesta.

Se debe destacar que sólo uno de los participantes no era alumno regular de la facultad, con lo cual todos conocían previamente el espacio físico. Sin embargo, para este participante, esto no implicó una dificultad en el uso de la herramienta.

- *Uso de los lugares relevantes generados con la herramienta*

También fue de interés de esta prueba poder analizar cómo se podría seguir asistiendo a los usuarios en la definición de los lugares relevantes. Acorde a esto, se decidió trabajar con maquetas físicas para poder detectar cómo los usuarios realizaban acuerdos; por ejemplo, para ver cuáles de todos los lugares relevantes marcados por los participantes del espacio de trabajo realmente eran finalmente considerados para la aplicación que se desea diseñar. Para esto, se les pidió a los participantes que marcaran con pines en maquetas físicas representativas de cada piso los lugares relevantes que habían marcado con la herramienta.

En la Figura 6.8 se pueden apreciar con diferentes colores cómo cada integrante marcó sus lugares relevantes; en particular, esta imagen es el mapa de la planta baja de la facultad. Se puede apreciar que hay coincidencia en algunos lugares, pero en otros no, siendo esta figura, representativa de uno de los equipos de trabajo.

Una vez realizada la tarea de marcar sus lugares relevantes en las maquetas físicas, se les pidió a los dos equipos de trabajo que acordaran cuáles iban a ser los lugares relevantes que serían finalmente considerados para la versión de la aplicación que iban a diseñar.

Siguiendo con el ejemplo presentado en el Figura 6.8, en la Figura 3.9 se puede observar cómo fueron marcados con pegatinas los lugares acordados por uno de los equipos de trabajo.



**Figura 6.8:** Cada integrante del espacio de trabajo plasmó los lugares relevantes en una maqueta física.



**Figura 6.9:** Los integrantes del espacio de trabajo acuerdan los lugares relevantes a considerar en la aplicación que se desea diseñar.

De esta manera se pudo vivenciar y comprender una posible forma de acordar estos lugares, y poder guiar así un proceso de co-diseño asistido con una herramienta tecnológica.

- *Incorporación de funcionalidad luego de las pruebas realizadas*

El proceso con las maquetas permitió detectar que era necesario poder indicar desde la herramienta cuáles lugares relevantes terminaban siendo considerados y cuáles no. Esto fue incorporado en el perfil del creador, para poder decidir cuáles quedan visibles en la versión final.

Además, de este proceso de maquetado se detectó claramente la necesidad de que el espacio de trabajo tenga diferentes estados para poder lograr así, por ejemplo, que los colaboradores no sigan agregando lugares relevantes.

La edición de la información asociada a los lugares relevantes fue otras de las incorporaciones realizadas a la herramienta para la versión final presentada para la presente tesina.

Algunos otros detalles visuales fueron mejorados para la versión final, por ejemplo, tener más a mano la opción para agregar Pol, ya que en la versión que probaron los usuarios estaba dentro del menú contextual; algo que no era muy práctico según comentarios de los mismos participantes.

## 7. Conclusiones y Trabajos Futuros

En este capítulo se describen las conclusiones en relación a la presente tesina y luego se presentan algunos trabajos futuros que surgen de la misma.

En el Capítulo 2 se describieron las características de algunas aplicaciones móviles existentes como así también herramientas de autor para crear este tipo de aplicaciones. Esto permitió poder abarcar aplicaciones y herramientas con distintas particularidades, para poder apreciar diferentes aspectos a considerar en este tipo de aplicaciones.

En el Capítulo 3 se describe una caracterización de las *Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento* como así también de los aspectos a ser considerados por las herramientas de autor para este tipo de aplicaciones. En base a esta caracterización se definió un framework conceptual para facilitar la creación de nuevas herramientas de autor destinadas a co-diseñar in-situ *Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento*. Se presenta en el Capítulo 3 un ejemplo de instanciación para facilitar al lector la comprensión de los distintos conceptos del framework.

En Capítulo 4 se presentó la base del posicionamiento indoor utilizado por la herramienta propuesta para esta tesina; en particular, el posicionamiento provisto por *Situm*. En este capítulo se describen los pasos que deben seguirse para tener un espacio calibrado, y posicionar a un usuario en ese espacio, utilizando WLAN mediante las distintas APIs provistas por *Situm*.

Es importante destacar como conclusión que la etapa de calibración lleva bastante tiempo, especialmente lograr tener buena calidad de señal en todos los pasillos. Esto es una característica a considerar, ya que, para usar la herramienta propuesta en esta tesina, se debería calibrar primero el espacio físico usando la aplicación *Situm Mapping Tool*. La precisión que tendrá el posicionamiento utilizado por la herramienta depende directamente de la calidad con la que se realice la calibración.

En el Capítulo 5 se presentó cómo se llevó a cabo el diseño de la herramienta desarrollada; para esto se mostró cómo se realizó la instanciación del framework conceptual. Además, en este capítulo también se describieron las tecnologías usadas para la herramienta propuesta y se presentaron las principales pantallas de la herramienta desarrollada describiendo la funcionalidad de la misma.

Cabe mencionar que el autor de esta tesina venía participando en el proyecto de alumnos mencionado en el Anexo A. Esto le facilitó la comprensión del uso de *Situm* y cómo esto podía usarse desde la herramienta desarrollada en esta tesina.

En el Capítulo 6 se describieron las pruebas realizadas con usuarios usando una versión reducida de la herramienta presentada en el Capítulo 5. Como se mencionó en el Capítulo 6, el objetivo de esta prueba fue que la herramienta fuera utilizada de manera in-situ en un espacio indoor, como así también poder apreciar cómo dicha herramienta permitía abordar la primera etapa del co-diseño de *Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento*. En nuestro caso, esta primera etapa se focaliza en detectar lugares relevantes dentro del espacio físico.

La prueba presentada en el Capítulo 6 fue llevada a cabo con alumnos de la materia Introducción a la Computación Móvil 2018 (de la Facultad de Informática, UNLP); los

cuales contaban con conocimientos sobre *Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento*. En particular, el uso de la herramienta durante la prueba se focalizó en que los alumnos definieran lugares relevantes que podrían ser de interés para una aplicación de un congreso a ser realizado en el edificio de la Facultad de Informática. En esta prueba, la etapa de acuerdo entre los grupos de alumnos se llevó a cabo por fuera de la herramienta, y fue conducido con maquetas físicas como se mostró en el Capítulo 6 en las Figuras 6.8 y 6.9.

Como se mencionó en el Capítulo 6 se detectaron distintas características a incorporar a la herramienta luego de las pruebas. Por ejemplo, la posibilidad de editar o borrar lugares relevantes. También se detectó en la etapa de acuerdos con las maquetas físicas, que la indicación de cuáles eran los lugares relevantes que terminaban quedando para la aplicación final podían ser plasmados en la herramienta haciendo visible o no ese lugar. Esta visibilidad fue una funcionalidad incorporada al considerar el estado “*Edición del creador – Versión Final*”. La incorporación de estas funcionalidades fue testeada con pruebas sistemáticas. A futuro se espera conducir alguna otra prueba donde los usuarios puedan hacer uso de la funcionalidad incorporada. Esto también impactará en qué actividades se hacen con la herramienta y cuáles son conducidas por fuera de la misma.

Se puede concluir que el co-diseño es una tarea que puede ser acompañada con herramientas tecnológicas, sin embargo, no siempre sucede que todo es monitoreado por las mismas. Puede haber etapas a ser realizadas por fuera de las mismas. La herramienta presentada en esta tesina es una primera versión en búsqueda de poder asistir a los usuarios en el co-diseño in-situ de *Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento*. Se requiere realizar más pruebas para poder ir ajustando y aprendiendo qué pasos pueden ser asistidos por tecnologías y cuáles otros no.

En las pruebas hubo algunos usuarios que tuvieron problemas de latencia en la actualización de la posición, esto puede impactar negativamente en la etapa de co-diseño, ya que puede retrasar el hecho de definir lugares relevantes desde la herramienta. También en otros casos puede generar frustración ya que no generaban la misma cantidad de lugares relevantes que aquellos usuarios que tenían funcionando adecuadamente la herramienta. Estos son aspectos tecnológicos que pueden impactar en abordajes de co-diseño como el propuesto en esta tesina.

A continuación, se mencionan algunos trabajos futuros que se pueden realizar a partir de la presente tesina:

➤ Definir *templates* para otro tipo de aplicaciones

La herramienta actualmente cuenta con un único template que es para definir Lugares Relevantes, esto podría extenderse para poder contar con otro tipo de *template* y así permitir guiar a los usuarios en el co-diseño de otro tipo de aplicaciones.

Algunos dominios pueden requerir explorar cómo incorporar, por ejemplo, características de realidad aumentada o virtual. Esto implica analizar y determinar qué tecnologías existentes se pueden incorporar en la herramienta desarrollada.

- Poder definir desde la herramienta nuevos perfiles de usuarios y estados de los *Espacios de Trabajo*

Al ser una herramienta de autor, se espera que la misma sea utilizada por usuarios sin conocimientos tecnológicos, es decir, que puedan desde la herramienta definir todo lo necesario para poder co-diseñar in-situ. Hasta el momento la herramienta cuenta con dos perfiles *Creador* y *Colaborador*, y esto está asociado a la *Plantilla de crear Lugares Relevantes*.

Brindar la posibilidad de definir nuevos perfiles de usuarios como así también nuevos estados de los *Espacios de Trabajo* implica analizar cuál sería la mejor forma de incorporar esto, ya que hay que definir las acciones concretas que puede realizar cada perfil de usuario en cada estado; lo cual requiere programar previamente esta funcionalidad. Es decir, brindar la interfaz de configuración no es tan sensible como crear nombres de perfiles o de estados, sino que impacta en nueva funcionalidad que debe ser programada para soportar nuevas acciones. Esto está íntegramente relacionado con las plantillas que se vayan incorporando.

- Versión web para refinar los datos definidos en la etapa de acuerdo.

Por ahora la herramienta tiene una versión móvil sin embargo muchas veces por cuestiones de espacio del móvil no se llega a visualizar todo el contenido correctamente, una opción a futuro es proveer una versión web que pudiera ser abierta desde un navegador. Esto permitiría realizar, por ejemplo, la etapa de refinamiento de una manera más cómoda para los usuarios. Además, esto sería de gran utilidad sobre todo para las aplicaciones más complejas, por ejemplo, donde hay que definir reglas o condiciones de un juego móvil.

- Incorporar otros mecanismos de sensado indoor

Para lograr mayor precisión en algunos lugares como el hall de entrada, se podría incorporar el uso de *beacons* como mecanismo de sensado; sin embargo, esto implica montar la infraestructura de los mismos en el edificio. Para probar la viabilidad de este mecanismo se podrían hacer primero pruebas en determinados espacios del edificio, para ver si mejora o no la precisión de la posición del usuario.

- Analizar cómo se abordaría el proceso iterativo para testear in-situ lo creado

Las pruebas realizadas en el Capítulo 6 sólo realizan el primer paso del co-diseño in-situ, es decir, definir los *Lugares Relevantes*. Una vez que estos sean acordados entre todos los integrantes del *Espacio de Trabajo* deberían recorrerse de manera in-situ y analizar cómo se realiza el proceso de iteración para ir refinando la aplicación que se quiere lograr.

La iteración podría abordarse, por ejemplo, proponiendo a cada integrante del *Espacio de Trabajo* recorrer el lugar con los *Lugares Relevantes* acordados para ver qué opinión tienen respecto a la versión acordada. Esta tarea también podría realizarse en grupo recorriendo el lugar in-situ. Es decir, hay diferentes formas de continuar el proceso de co-diseño in-situ. Para ver cuál es la mejor forma, se deben explorar a futuro diferentes alternativas, analizando ventajas y

desventajas de cada una. Una vez analizado esto, debería analizarse cómo ajustar la herramienta para poder brindar soporte a esto, tal vez agregando un nuevo estado.

## Bibliografía

- [Alconada Verzini et al., 2015a] Alconada Verzini, F. M., Tonelli, J.I., Cecilia, C., Llitas, A.B., & Gordillo, S.E. (2015). Combing Location-Aware Applications with in-situ Actors Performances. In Proceedings of the 2015 Workshop on Narrative & Hypertext, ACM, pp. 27-31.
- [Alconada Verzini et al., 2015b] Alconada Verzini, F.M., Tonelli, J.I., Challiol, C., Llitas, A.B., & Gordillo, S.E. (2015). Authoring tool for location-aware experiences. In Proceedings of the 2015 Workshop on Narrative & Hypertext, ACM, pp. 21-25.
- [Alegre et al., 2016] Alegre, U., Augusto, J.C., & Clark, T. (2016). Engineering context-aware systems and applications: A survey. *Journal of Systems and Software*, 117, 55-83.
- [Bangor et al., 2009] Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2009). Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. *Journal of usability studies*, 4(3), 114-123.
- [Barak and Asakle, 2018] Barak, M., & Asakle, S. (2018). AugmentedWorld: Facilitating the creation of location-based questions. *Computers & Education*, 121, 89-99.
- [Basiri et al., 2017] Basiri, A., Lohan, E.S., Moore, T., Winstanley, A., Peltola, P., Hill, C. Amirian, Pouria & Figueiredo e Silva, P. (2017). Indoor location based services challenges, requirements and usability of current solutions. *Computer Science Review*, 24, 1-12.
- [Borrelli et al., 2018] Borrelli, F.M., Brost, P., Challiol, C., Orellano, D.H., Mendibru, F.I., Santoleri, M.A., & Alconada Verzini, F.M. (2018). Desarrollo multiplataforma de Aplicaciones Móviles combinadas con el uso de Beacons. In X workshop Innovación en Sistemas de Software (WISS) – CACIC 2018.
- [Challiol et al., 2017] Challiol, C., Llitas, A.B., & Gordillo, S.E. (2017). Diseño de aplicaciones móviles basadas en posicionamiento: un framework conceptual. In XXIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, pp. 682-691.
- [Hargood et al., 2016] Hargood, C., Hunt, V., Weal, M.J., & Millard, D.E. (2016). Patterns of sculptural hypertext in location based narratives. In Proceedings of the 27th ACM Conference on Hypertext and Social Media, ACM, pp. 61-70.
- [Hargood et al., 2018] Hargood, C., Weal, M., & Millard, D. (2018). The storyplaces platform: Building a web-based locative hypertext system. In Proceedings of the 29th on Hypertext and Social Media (HT'18), ACM, pp. 128-135.
- [Jones et al., 2018] Jones, A., Gyori, B., Hargood, C., Charles, F., & Green, D. (2018). Shelley's Heart: Experiences in Designing a Multi-Reader Locative Narrative. In Proceedings of The 7th International Workshop on Narrative and Hypertext hosted at ACM Hypertext and Social Media (NHT'18), July 2018, 5 pages.
- [Klakegg et al., 2017] Klakegg, S., van Berkel, N., Visuri, A., Huttunen, H.L., Hosio, S., Luo, C., & Ferreira, D. (2017). Designing a context-aware assistive infrastructure for elderly care. In Proceedings of the 2017 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2017 ACM International Symposium on Wearable Computers, ACM, pp. 563-568.

- [Kaulich et al., 2017] Kaulich, T., Heine, T., & Kirsch, A. (2017). Indoor Localisation with Beacons for a User-Friendly Mobile Tour Guide. *KI-Künstliche Intelligenz*, 31(3), 239-248.
- [Lliteras et al., 2017] Lliteras, A.B., Challiol, C., & Gordillo, G.E (2017). Location-based mobile learning applications: a conceptual framework for co-design. In *Proceedings of Twelfth Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)*, IEEE Press, Oct. 2017, pp. 358-365.
- [Melero and Hernández-Leo, 2017] Melero, J., & Hernández-Leo, D. (2017). Design and Implementation of Location-Based Learning Games: Four Case Studies with “QuesTInSitu: The Game”. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, 5(1), 84-94.
- [Millard et al., 2013] Millard, D. E., Hargood, C., Jewell, M. O., & Weal, M. J. (2013). Canyons, deltas and plains: towards a unified sculptural model of location-based hypertext. In *Proceedings of the 24th ACM Conference on Hypertext and Social Media*, ACM, pp. 109-118.
- [Santos et al., 2014] Santos, P., Hernández-Leo, D., & Blat, J. (2014). To be or not to be in situ outdoors, and other implications for design and implementation, in geolocated mobile learning. *Pervasive and Mobile Computing*, 14, 17-30.
- [Situm] Página de *Situm*: <https://situm.es/es/experiencias> (último acceso: 08/02/2019)
- [Situm Dashboard] Página del *Dashboard de Situm*: <https://dashboard.situm.es/> (último acceso: 09/02/2019)
- [Shakouri and Tian, 2018] Shakouri, F., & Tian, F. (2018). Avebury Portal – A Location-Based Augmented Reality Treasure Hunt for Archaeological Sites. In *Proceedings of International Conference on E-learning & Games (Edutainment 2018)*, 28-30 June 2018, Xi'An, China.
- [Tsai et al., 2017] Tsai, T. H., Shen, C. Y., Lin, Z. S., Liu, H. R., & Chiou, W. K. (2017). Exploring Location-Based Augmented Reality Experience in Museums. In *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*. pp. 199-209.
- [Wake, 2013] Wake, J. D. (2013). *Mobile, location-based games for learning: Developing, deploying and evaluating mobile game technology in education*. The University of Bergen.
- [Wake et al., 2018] Wake, J.D., Guribye, F., & Wasson, B. (2018). Learning through collaborative design of location-based games. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 1-21.
- [Zimbello et al., 2017] Zimbello, A.M., Alconada Verzini, F.M., Challiol, C., Lliteras, A.B., & Gordillo, S.E. (2017). Authoring tool for location-based learning experiences. In *Proceeding of IEEE/ACM 4th International Conference on Software Engineering and Systems (MOBILESoft)*, IEEE, pp. 211-212.

# Anexo A: Participación en el proyecto “Explorando la brecha entre el diseño y la implementación de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento”

El proyecto “Explorando la brecha entre el diseño y la implementación de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento” se dio dentro en el marco de la convocatoria de Proyectos I+D+I 2018 con alumnos de la Facultad de Informática (UNLP). En la Figura A.1 se puede apreciar el banner presentado en la III Expo Ciencia y Tecnología (Octubre, 2018) como parte de la difusión de lo explorado en el proyecto mencionado anteriormente.

## IV EXPO CIENCIA Y TECNOLOGÍA PROYECTOS DE DESARROLLO E INNOVACIÓN

### EXPLORANDO LA BRECHA ENTRE EL DISEÑO Y LA IMPLEMENTACIÓN DE APLICACIONES MÓVILES BASADAS EN POSICIONAMIENTO

**AUTORES:** Franco M. Borrelli, Pedro Brost, Facundo I. Mendiburu, Diego H. Orellano, Matias A. Santoleri  
**DIRECTOR:** Dra. Cecilia Challiol (cecilia.challiol@fia.info.unlp.edu.ar)

#### MOTIVACIÓN

Actualmente, los mecanismos de sensado de posicionamiento son analizados desde la perspectiva de cómo funcionan sin hacer hincapié en cómo se pueden diseñar soluciones adaptables o que evolucionen en el tiempo. Más aun, no hay una solución unificada para combinar los aspectos de modelado con los sensores concretos. Esto fue la principal motivación de este proyecto, donde se comenzó una exploración para comprender cómo lograr que las buenas prácticas de diseños puedan ser llevadas a implementaciones que se puedan adaptar y evolucionar.

#### Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento

Estas aplicaciones brindan información o servicios acorde a la posición actual del usuario. A medida que el usuario se mueve por el espacio físico, estos servicios van variando.

#### Mecanismos de Sensado – Exploración Realizada

##### Beacons

- Beacon de Proximidad**
- Beacons de Posicionamiento**
- Beacon Sticker**

##### WLAN

**Pasos explorados para posicionar al usuario usando las señales de WLAN**

- Ajustar el plano del espacio físico en el dashboard de *Situm*
- Calibración de las señales de WLAN usando la aplicación *Situm Mapping Tool*
- Para posicionar al usuario dentro del espacio físico, se puede consumir la calibración usando una API de servicios que provee *Situm*. La exactitud de la posición depende de cómo se realizó la calibración.

#### Desarrollo multiplataforma de Aplicaciones Móviles combinadas con el uso de Beacons

Se desarrollaron dos aplicaciones móviles, una en *PhoneGap* y otra en *React Native*; las cuales usan dos APIs existentes para detectar la proximidad a los *beacons*. Estas aplicaciones al entrar en la proximidad de un *beacon*, brindan la información del mismo. Este funcionamiento simple permitió poder explorar la información brindada por cada una de estas APIs. Parte de la exploración fue plasmada en un paper que fue adaptado en el “X Workshop Innovación en Sistemas de Software” - CACIC 2018.

#### Conclusiones del Proyecto

Al comparar las implementaciones desarrolladas para este proyecto con los modelos existentes de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento explorados, se puede observar que se necesitan armar guías que asistan a los desarrolladores tanto en el diseño como en el desarrollo de este tipo de aplicaciones.

Logos: PhoneGap, React Native, Universidad Nacional de la Plata

Figura A.1: Banner del Proyecto.

Cabe mencionar que el autor de esta tesina formó parte del equipo de alumnos que integró dicho proyecto, y dada esta participación pudo experimentar las tecnologías *Beacons* y *WLAN*, y este conocimiento sirvió de base para el planteo de la presente tesina; especialmente aquel conocimiento que involucra el posicionamiento indoor mediante *WLAN*, que es utilizado en la herramienta propuesta.

## Anexo B: Formulario SUS de la herramienta

En la Figura B.1 se puede observar el formulario SUS que fue brindado a los participantes una vez que finalizaron la experiencia de uso de la herramienta propuesta en esta tesina.

Diseño In-situ de Lugares Relevantes usando *Authoring Tool*  
Diciembre 2018

Los datos obtenidos de esta experiencia se utilizarán para análisis y como base de evaluación científica para datos estadísticos o mejoras d herramienta. No serán transmitidos a terceros.

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo:  F -  M Uso su propio celular:  Sí -  No

---

*Acorde a su experiencia usando Authoring Tool, indique con una X el valor que crea adecuado para cada ítem cuando corresponda. Además, complete la información solicitada en los distintos ítems.*

	Completamente en desacuerdo				Completamente de acuerdo
1. Creo que me gustaría usar la herramienta frecuentemente	1	2	3	4	5
2. Encuentro a la herramienta innecesariamente compleja de utilizar	1	2	3	4	5
3. Pienso que la herramienta es fácil de utilizar	1	2	3	4	5
4. Creo que necesitaría soporte de un especialista para hacer uso de la herramienta	1	2	3	4	5
5. Encuentro las diversas funciones de la herramienta bastante bien integradas	1	2	3	4	5
6. He encontrado demasiada inconsistencia en la herramienta	1	2	3	4	5
7. Creo que la mayoría de las personas aprendería a hacer uso de la herramienta rápidamente	1	2	3	4	5
8. He encontrado la herramienta bastante incómoda de utilizar	1	2	3	4	5
9. Me he sentido muy seguro haciendo uso de la herramienta	1	2	3	4	5
10. Necesitaría adquirir varios conocimientos antes de poder manejar la herramienta	1	2	3	4	5

**Figura B.1: Formulario SUS brindado a los participantes al finalizar el uso de la herramienta.**