



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

FACULTAD DE INFORMÁTICA

TESINA DE LICENCIATURA

TÍTULO: Co-diseño in-situ y creación de Juegos Móviles basados en Posicionamiento en espacios indoor

AUTORES: Borrelli, Franco Martin

DIRECTOR: Dra. Cecilia Challiol

CODIRECTOR:-

ASESOR PROFESIONAL:-

CARRERA: Licenciatura en Sistemas

Resumen

La popularidad de los Juegos Móviles basados en Posicionamiento ha crecido en los últimos años. Diseñar este tipo de juegos es una tarea compleja ya que además de abordar las características propias de cada juego, se deben considerar los aspectos como el posicionamiento de usuario. Esta tarea se complejiza más si se trata de juegos móviles para espacios indoor ya que no existe un criterio unificado sobre cuál es la mejor estrategia de posicionamiento. Acorde a esta complejidad, en este trabajo se presenta una herramienta de autor para dar soporte al co-diseño in-situ a este tipo de juegos, en particular, en espacios cerrados. Esta herramienta brinda la posibilidad de contar luego de la etapa de co-diseño con juegos móviles funcionando.

Palabras Clave

Co-diseño in-situ; Juegos Móviles basados en Posicionamiento; Herramienta de Autor; Espacios Indoor; Preguntas Posicionadas.

Trabajos Realizados

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

Se realizaron experiencias de usuarios para vivenciar de primera mano que conlleva co-diseñar juegos in-situ usando artefactos de software combinado con otros materiales.

Se extendió de forma incremental una herramienta de autor que daba soporte para co-diseñar in-situ solo lugares relevante. Las extensiones realizadas permiten actualmente el co-diseño in-situ de juego móviles basados en posicionamiento mediante algunos parámetros de configuración. La herramienta de autor quedó planteada para poder seguir extendiéndola en el futuro.

Conclusiones

En esta tesina se diseñó y desarrolló una herramienta de autor que permite co-diseñar in-situ y generar *Juegos Móviles basados en Posicionamiento*, en particular, para espacios indoor.

La herramienta provee la posibilidad de contar con juegos funcionando luego de la etapa de co-diseño. Esto es útil en especial para usuarios no expertos que pueden co-diseñar y obtener juegos móviles. Además, la herramienta funciona como contenedor de los juegos co-diseñados, permitiendo que los mismos pueden ser jugados desde la misma herramienta.

Algunas lecciones aprendidas fueron descriptas en la tesina en relación a este tipo de co-diseño.

Trabajos Futuros

Algunos trabajos futuros que se desprenden de la tesina son:

- Extender la plantilla de juegos para que permita más configuraciones.
- Incorporar la posibilidad de definir en la etapa de co-diseño aspectos sobre la visualización de la interfaz de los juegos generados.
- Incorporar nuevas plantillas para brindar soporte a otros tipos de juegos.
- Realizar pruebas de usuarios con la última extensión presentada de la herramienta.

Fecha de la presentación: Diciembre 2020

Índice

1. Introducción	3
1.1 Motivación	3
1.2 Objetivo	5
1.3 Estructura de la tesina	6
2. Estado del Arte	8
2.1 Mecanismos de posicionamiento usados en espacios indoor	8
2.2 Juegos Móviles basadas en Posicionamiento.....	9
2.2.1 Ghosts! Un juego móvil para la exploración de museos [Nilsson et al., 2016]	9
2.2.2 Avebury Portal: un juego móvil de realidad virtual en un sitio arqueológico [Shakouri and Tian, 2018].....	11
2.2.3 Shelley’s Heart: narrativa posicionada con múltiples lectores simultáneamente [Jones et al., 2018].....	12
2.2.4 CityConqueror - juegos para explorar territorialidad [Jones and Papangelis, 2019]	13
2.3 Diseño de Juegos.....	15
2.3.1 Uso de prototipos de juegos de mesa para co-diseño de un juego basado en la posición [Jones et al., 2017].....	15
2.3.2 Co-diseño de juegos para concientizar sobre privacidad [Bergen et al. 2018].....	17
2.3.3 Diseño colaborativo de juegos basados en posicionamientos [Wake et al., 2018]	18
2.4 Herramientas para el diseño y creación de juegos posicionados	19
2.4.1 SILO - Creación de juegos posicionados en espacios <i>outdoor</i> [Wake, 2013], [Wake et al., 2018].....	20
2.4.2 uAdventure (uA) - authoring tool [Pérez-Colado, 2016], [Pérez-Colado et al., 2017]	22
2.4.3 Una experiencia de diseño experiencias educativas posicionadas [Vuorio et al., 2019].....	24
2.5 Análisis del estado del arte	25
3. Conceptos y Herramienta usados de base.....	31
3.1 Framework Conceptual usado de base	31
3.2 Herramienta de autor usada de base.....	33
3.2.1 Instanciación del framework conceptual para diseñar una herramienta de autor. 33	
3.2.2 Aspectos técnicos de la herramienta de autor usada de base.....	35
3.2.3 Análisis de extensibilidad para soportar la creación de Juegos Móviles basados en Posicionamiento.....	38
4. Experiencia de co-diseño.....	41

4.1 Definición del abordaje para poner en práctica la experiencia	41
4.2 Diseño de la experiencia	44
4.3 Puesta en práctica de una experiencia de co-diseño in-situ	47
4.4 Análisis de los resultados obtenidos de la experiencia	51
5. Primera extensión de la herramienta para brindar soporte a un tipo de juego	59
5.1 Etapas de diseño de la primera extensión ad-hoc de la herramienta	59
5.2 Descripción de la extensión realizada.....	61
5.3 Funcionamiento de la extensión realizada	68
5.4 Co-diseño in-situ de un juego usando la primera extensión de la herramienta.....	76
5.5 Puesta en Práctica del juego co-diseñado con la extensión	78
6. Extensión de la herramienta para brindar soporte a juegos configurables.....	82
6.1 Etapas de diseño de la segunda extensión de la herramienta	82
6.2 Descripción de la segunda extensión realizada	85
6.3 Funcionamiento de la extensión realizada	91
6.4 Co-diseño in-situ de un juego usando la segunda extensión de la herramienta	110
6.4.1 Co-diseño in-situ de un juego usando binding estático.....	111
6.4.2 Co-diseño in-situ de un juego usando binding dinámico.....	113
6.5 Funcionamiento de los juegos co-diseñado con la extensión.....	115
7. Publicaciones realizadas relacionadas con la tesina	123
8. Conclusiones y Trabajos Futuros	126
Referencias.....	131
Anexo A: Calibración de las señales de WLAN con <i>Situm</i>	135
Anexo B: Participación en Proyectos I+D+i de la Facultad de Informática de la UNLP	138
B.1 Proyecto I+D+i 2018: “Explorado la brecha entre el diseño y la implementación de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento”	138
B.2 Proyecto I+D+i 2019: “Juego móviles basados en posicionamiento: El desafío de los espacios indoors”	140
B.3 Proyecto I+D+i 2020: “El desafío de las aplicaciones in-situ en espacios cerrados”	142
Anexo C: Formulario SUS de la herramienta	144

1. Introducción

1.1 Motivación

La popularidad de los Juegos Móviles basados en Posicionamiento ha crecido en los últimos años, en especial con el auge de Pokemon Go [LeBlanc and Chaput, 2017]. Este tipo de juegos utiliza la posición del usuario para brindar información o habilitar/disparar acciones.

Actualmente existen variados tipos de Juegos Móviles basados en Posicionamiento. Por ejemplo, en [Nilsson et al., 2016] se presenta Ghosts! un juego móvil para la exploración de museos, el cual utiliza beacons como mecanismo de sensado indoor (espacios cerrados). En [Shakouri and Tian, 2018] es descrito un juego móvil para lograr incrementar el interés de los visitantes del sitio arqueológico *Avebury*; este utiliza GPS para sensar la posición del usuario en un espacio outdoor (espacios abiertos). Utilizando también este mecanismo de sensado, se desarrolló una aplicación prototípica de una narrativa posicionada denominada *Shelley's Heart*, la cual es presentada en [Jones et al., 2018]; en esta aplicación el usuario debe interactuar con el espacio físico que lo rodea para poder avanzar con la historia, y su interacción impacta en la historia de los otros jugadores. El juego *CityConqueror* descrito en [Jones and Papangelis, 2019] permite conquistar territorios en la posición física real del usuario, desplegar unidades para defender sus territorios y atacar a los de otros jugadores que se encuentran en su proximidad física; este juego también utiliza el GPS para posicionar al usuario. Este tipo de juegos podría usarse no solo para entretenimiento o motivar la visita de lugares, sino también en otros dominios como el de educación. Un ejemplo de esto se presenta en [Xanthopoulos and Xinogalos, 2018] donde se describen las oportunidades y desafíos en relación con el uso de este tipo de juegos en un entorno educativo.

Cada tipo de Juego Móvil basado en Posicionamiento cuenta con sus propias características, por ejemplo, reglas de juegos, brindar acertijos o pistas, requerir que el usuario tome decisiones o ejecute acciones, etc. Sin embargo, todos poseen características comunes como, por ejemplo, tener lugares relevantes en donde brindar algún contenido en relación a la naturaleza del juego. Además, todos estos juegos requieren que los usuarios se muevan y vayan “descubriendo” el espacio físico. Por lo tanto, esto requiere posicionar al usuario de alguna manera y asistirlo en la movilidad.

Acorde a lo antes descrito, el diseño de Juegos Móviles basados en Posicionamiento se ha vuelto una tarea compleja, ya que además de abordar las características propias de cada juego, se deben considerar los aspectos comunes relacionados con el posicionamiento de usuario. Esta tarea se complejiza más si se trata de juegos móviles para espacios indoor, debido a que no existe un criterio unificado sobre cuál es la mejor estrategia de posicionamiento que se deba usar como mencionan en [Basiri et al., 2017]; algo que sí está resuelto en espacios outdoor con el uso del GPS. Además, para espacios outdoor surge el interrogante respecto a cómo la dinámica de esos juegos puede verse afectada con la latencia en la actualización del posicionamiento del usuario [Basiri et al., 2017].

Según [Santos et al., 2014] los Juegos Móviles basados en Posicionamiento pueden ser diseñados usando un mapa (de forma remota) o in-situ. En el diseño basado en mapa se marcan los lugares relevantes donde se brindará información o servicios a los usuarios. El

diseño in-situ requiere recorrer el espacio físico, e ir identificando los lugares relevantes donde luego se brindará información o servicios a los usuarios. Generalmente, los diseños in-situ consumen más tiempo, pero se pueden aprovechar mejor las características del espacio físico; y permite tener una visión más real de cómo lo van a vivir los jugadores. Es importante mencionar que el diseño in-situ todavía está en una etapa temprana de investigación, habiendo muy pocos trabajos que aborden este diseño.

El diseño de los Juegos Móviles basados en Posicionamiento puede involucrar además un equipo multidisciplinario [Jones et al., 2018], [Jones and Papangelis, 2019]; es decir, un co-diseño de estos. Por ejemplo, en [Jones et al., 2018] el co-diseño de las narrativas posicionadas fue abordado por informáticos, diseñadores de juegos y escritores. En [Hargood et al., 2018] se destaca que co-diseñar in-situ es enriquecedor porque permite aportar las distintas visiones de las personas involucradas en dicho proceso. Sin embargo, es complejo ponerlo en práctica, ya que implica un consenso entre todos los participantes. En [Hargood et al., 2018] se plantea como una tarea iterativa que se va refinando, sin embargo, los autores lo exploran en espacios outdoor. Cabe mencionar que en la literatura existente aún no hay una guía clara de cómo abordar este tipo de co-diseño. Esto motiva la temática de la presente tesina que se focaliza en el co-diseño in-situ, en particular, de espacios indoor ya que es otra área abierta de investigación como se mencionó anteriormente.

Dada la complejidad que conlleva diseñar Juegos Móviles basados en Posicionamiento, en los últimos años han surgido diferentes herramientas para facilitar esta tarea, en particular, a usuarios no expertos. La gran mayoría de estas herramientas permiten el diseño basado en mapa; es decir, usan un mapa de base para definir los lugares relevantes. Por ejemplo, en [Wake et al., 2018] se propone la herramienta *S/LO* que permite a un grupo de alumnos la co-creación de juegos educativos posicionados en espacios outdoor. Una herramienta similar es *uAdventure* [Pérez-Colado, 2016], [Pérez-Colado et al., 2017] que permite a docentes crear juegos serios (serious games) basados en posicionamiento. Otra herramienta para docentes que permite el diseño de experiencias educativas posicionadas es presentado en [Vuorio et al., 2019]. En [Hargood et al., 2018] se presenta una herramienta de autor para crear in-situ narrativas posicionadas en espacios outdoor.

Las herramientas de autor existentes generalmente están destinadas a espacios outdoor; y la mayoría utilizan GPS como mecanismo de posicionamiento. Esto se debe a que el posicionamiento indoor sigue siendo un desafío para la industria al momento de lograr ofrecer una posición interior precisa, como se menciona en [Vuorio et al., 2019]. Esto motiva en la presente tesina a contar con una herramienta de autor para brindar soporte al co-diseño in-situ de este tipo de juegos en espacios indoor.

Si bien una opción es comenzar la implementación de una herramienta de autor desde cero, también está la posibilidad de extender una herramienta existente. Acorde a esto, se decidió extender la herramienta definida en [Mendiburu, 2019] la cual fue diseñada para brindar soporte al co-diseño in-situ; sin embargo, la misma solo cuenta actualmente con la posibilidad de definir lugares relevantes. En esta tesina se abordará la extensión de la herramienta para brindar soporte para co-diseñar in-situ Juegos Móviles basados en Posicionamiento para espacios indoor. Es decir, se extenderá el concepto de co-diseño in-situ que aborda actualmente la herramienta definida en [Mendiburu, 2019] para poder contar con el soporte necesario para la creación de este tipo de juegos.

1.2 Objetivo

El objetivo general de esta tesina es diseñar y desarrollar una herramienta de autor que permita co-diseñar in-situ y generar Juegos Móviles basados en Posicionamiento, en particular, para espacios indoor. Es decir, dicha herramienta brindará soporte no solo para co-diseñar in-situ, sino también crear a partir de este co-diseño juegos móviles funcionales preparados para ser utilizados.

La herramienta propuesta estará orientada a asistir a un equipo multidisciplinario en el co-diseño in-situ para generar luego juegos móviles; este equipo podría estar compuesto tanto por usuarios expertos como no expertos en la temática del desarrollo y codificación de juegos móviles. Acorde a la experticia del equipo multidisciplinario, la herramienta podrá ser utilizada para co-diseñar y generar tipos específicos de Juegos Móviles basados en Posicionamiento que se provea en una etapa inicial; o podría ser extendida con otro tipo de juegos más complejos. Estas características son fundamentales que sean consideradas a la hora de diseñar la herramienta.

Se busca que esta herramienta permita a usuarios no expertos la co-creación rápida de algunos tipos específicos de Juegos Móviles basados en Posicionamiento; abstrayéndose de cuestiones técnicas (como, por ejemplo, el funcionamiento del sensado de posicionamiento) y de implementación. Para esto el equipo deberá seleccionar el tipo de juego móvil que desea co-diseñar, y será asistido por la herramienta para ir completando distintos aspectos de este tipo de juego específico para finalmente generar el mismo. Para usuarios expertos, la herramienta proveerá puntos de extensión para, por ejemplo, permitir definir nuevos tipos de juegos o nuevos mecanismos de posicionamiento.

Para la etapa de diseño de la herramienta, será necesario realizar una investigación y relevamiento bibliográfico para comprender los aspectos comunes involucrados en los Juegos Móviles basados en Posicionamiento pero para también identificar puntos de variabilidad en los mismos. Además, se deberá analizar estrategias para llevar a cabo el co-diseño in-situ y cómo esto puede ser abordado desde una herramienta de autor.

El abordaje del desarrollo de la herramienta podría ser llevado a cabo desde cero, o extendiendo una herramienta existente. Para esta tesina se decidió diseñar e implementar una extensión de la herramienta definida en [Mendiburu, 2019], la cual fue diseñada para brindar soporte al co-diseño in-situ; sin embargo, la misma solo cuenta actualmente con la posibilidad de definir lugares relevantes sin generar aplicaciones funcionales. En esta tesina se abordará la extensión de la herramienta para brindar soporte para co-diseñar in-situ y generar Juegos Móviles basados en Posicionamiento para espacios indoor. Es decir, se extenderá el soporte de co-diseño in-situ que tiene actualmente la herramienta, ampliándolo con los conceptos relacionados a la creación de este tipo de juegos.

En [Weyns et al., 2015] se plantea que lograr soluciones escalables establece primero la exploración de soluciones ad-hoc que permitan incorporar el conocimiento, determinar aspectos comunes y puntos de variabilidad; para luego poder contar con la maduración para obtener soluciones escalables y flexibles. Por este motivo se decidió que la extensión planteada pase por un proceso de maduración similar. Teniendo en cuenta esto, se realizó

una primera extensión ad-hoc de la herramienta definida en [Mendiburu, 2019] para co-diseñar in-situ y crear un tipo de juego específico; para luego sí, diseñar e implementar una primera extensión escalable.

Adicionalmente, y a partir de las lecciones aprendidas durante las distintas etapas de la tesina se espera poder plasmar las mismas para que sirvan de guía para conducir experiencias de co-diseño in-situ. Con esta tesina se espera contribuir en este aspecto, ya que en la literatura existente aún no hay una guía clara de cómo abordar este tipo de co-diseño.

1.3 Estructura de la tesina

A continuación, se describen los capítulos de la presente tesina.

En el Capítulo 2 se hace un relevamiento bibliográfico para comprender aspectos relacionados al desarrollo de Juegos Móviles basados en Posicionamiento. Adicionalmente, se mencionan diferentes estrategias para llevar a cabo el co-diseño tanto de juegos como de otras aplicaciones para poder comprender las implicancias de este tipo de experiencias. Por último, se realiza un análisis de los resultados encontrados.

El Capítulo 3 presenta un framework conceptual que permite analizar las características principales que deberían tener las herramientas de autor destinadas a la construcción in-situ de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento. Además, se describe una herramienta de autor para el co-diseño in-situ de lugares relevantes. Esta herramienta fue diseñada usando de base el framework conceptual mencionado anteriormente.

El Capítulo 4 propone un framework conceptual para guiar el abordaje del co-diseño in-situ Juegos Móviles basados en Posicionamiento. En base a este framework se diseña una experiencia para co-diseñar in-situ de un Juego Móvil basado en Posicionamiento. En esta experiencia se combinó el uso de la herramienta presentada en el Capítulo 3 junto a otros recursos y materiales. Luego de presentar y describir cómo se realizó esta experiencia, se analizan los resultados obtenidos de la misma para poder comprender que conlleva co-diseñar in-situ juegos de este tipo.

El Capítulo 5 presenta la primera extensión ad-hoc de la herramienta de autor descrita en el Capítulo 3; en particular, para dar soporte a un tipo de juego específico con preguntas posicionadas verdadero-falso. Siguiendo la guía del framework conceptual presentado en el Capítulo 4, se co-diseña in-situ de un juego móvil utilizando la primera extensión ad-hoc de la herramienta, y luego se describe una experiencia donde distintos usuarios pudieron utilizar el juego co-diseñado con esta primera extensión.

Se plantea en el Capítulo 6 una segunda extensión de la herramienta de autor para contar con el soporte para crear Juegos Móviles basados en Posicionamiento a partir de diferentes configuraciones. En este capítulo se detallan las decisiones de diseño y las funcionalidades de dicha extensión. Además, se abordan distintas posibilidades de co-diseño combinando la herramienta con otros recursos.

En el Capítulo 7 se describen las publicaciones realizadas por el autor de la tesina y que guardan relación con la temática abordada.

En el Capítulo 8 se presentan las conclusiones en relación a la tesina como así también algunos trabajos futuros que se desprenden de la misma.

2. Estado del Arte

En este capítulo se presenta un resumen del estado del arte en relación a Juegos Móviles basados en Posicionamiento. Por las características de este tipo de juego primero se hace un resumen de algunos mecanismos de posicionamiento para luego dar lugar a mostrar un abanico de juegos variados para ayudar al lector a comprender las diferentes características que pueden estar presentes en este tipo de juegos. Por último, se presentan algunas herramientas que facilitan la construcción de los mismos.

2.1 Mecanismos de posicionamiento usados en espacios indoor

Los mecanismos de posicionamiento en interiores (indoor positioning) [Dong et al., 2017] vienen emergiendo en los últimos años con el objetivo de resolver el problema del GPS, el cual no es suficiente para posicionar dentro de estos espacios, ya sea por la pérdida de señal o porque se ve interferido por el ruido.

Para obtener un resultado de posicionamiento preciso en espacios indoor, se han investigado varios métodos en los últimos años. Por ejemplo, en [Dong et al., 2017] se enumeran cinco técnicas principales: etiquetado, triangulación, navegación estimada, huellas digitales y basadas en imágenes. A continuación, se detallan cada uno de estos.

- *Etiquetado*

Este método requiere la instalación previa de *etiquetas* en ambientes interiores, las cuales pueden ser por ejemplo códigos QR o la identificación por radiofrecuencia (RFID). El usuario lee la etiqueta a través de la cámara o el receptor RFID. Luego, el sistema de posicionamiento se basa en encontrar la etiqueta para determinar el posicionamiento del usuario; ya que se conoce donde la misma está ubicada dentro del espacio físico. La precisión de este mecanismo de posicionamiento depende del tipo de etiqueta, las señales RFID pueden ser leídas a mayor distancia sin embargo los códigos QR requieren más cercanía.

- *Triangulación*

La triangulación puede realizarse usando dispositivos Bluetooth o Wi-Fi (o una combinación de ambos), los cuales sirven como puntos de referencia. La principal diferencia entre la triangulación y el etiquetado es que la triangulación calcula la ubicación en función de los datos de al menos tres puntos de referencia. Al analizar los datos, se puede estimar la relación de ubicación y dirección del usuario y los puntos de referencia, ya que los puntos de referencia están preinstalados y su posición es fija y reconocida. En consecuencia, se puede determinar la ubicación del usuario. En comparación con el método de etiquetado, la triangulación requiere menos puntos de referencia preinstalados, lo que puede ahorrar muchos costos, pero debe realizarse la calibración de señales para poder contar con ella a la hora de correr el algoritmo que determina la triangulación. La tarea de calibración de señales lleva un tiempo considerable, ya que se debe recorrer el espacio para ir sensando las diferentes señales. Como consecuencia, este es un tipo de mecanismo que se lleva adelante en espacios muy chicos o cuando se cuenta con los recursos para invertir en esta tarea.

- *Navegación estimada*

La navegación estimada o *dead reckoning* es un método de localización, que determina la posición actual de uno en función de su posición anterior y la velocidad y el tiempo del movimiento entre ellos. Este cálculo requiere otro método de posicionamiento en interiores para obtener la ubicación de inicialización. Después de obtener la ubicación de inicio, aplicaría datos del sensor de giroscopio incorporado para calcular los datos de movimiento y luego calcular la posición actual del usuario. La precisión depende de la precisión del sensor inercial aplicado.

- *Huellas digitales*

También conocido como *fingerprinting*. Este método se basa tradicionalmente en la indicación de fuerza de señal recibida (RSSI). Básicamente, recopila los datos de ubicación y la huella dactilar de Wi-Fi correlacionada y los almacena en la base de datos. Cuando el sistema recibe una solicitud de localización, envía la huella digital actual al sistema. Luego, el sistema encuentra la huella digital más similar en la base de datos. A continuación, el sistema devuelve la ubicación, que se correlaciona con la huella digital. Dado que los dispositivos Wi-Fi son equipos comunes en un ambiente interior, el método de huellas digitales no necesita preinstalar ningún dispositivo externo.

- *Basado en imágenes*

Este método es un método basado en la visión por computadora. El método requiere obtener un montón de características de antemano. Cuando un usuario toma una fotografía de ese espacio, el método encuentra la coincidencia entre los puntos característicos en la imagen tomada y los de la base de datos de puntos en la nube, y calcula la postura de la cámara al mismo tiempo. La localización basada en imágenes es un tema de moda en estos años.

2.2 Juegos Móviles basadas en Posicionamiento

En esta sección se presentan diferentes Juegos Móviles basados en Posicionamiento que han sido documentados durante estos últimos años. Se hace hincapié en abarcar diferentes características que pueden estar presentes en este tipo de juegos para poder apreciar la variada gama que existe. Además, se hace foco en diferentes puntos asociados a la etapa de diseño de los mismos. Finalmente, en base a lo descrito se presentan algunas conclusiones, acorde con el objetivo de esta tesina.

2.2.1 Ghosts! Un juego móvil para la exploración de museos [Nilsson et al., 2016]

De acuerdo a lo especificado en [Nilsson et al., 2016] este proyecto surge para investigar los usos potenciales de las tecnologías emergentes como BLE para lograr nuevas alternativas que permitan enriquecer las visitas a los museos. Se detalla brevemente que la aplicación funciona usando beacons los cuales se colocan en lugares estratégicos. Estos funcionan con un mecanismo de triangulación como el descrito en la Sección 2.1.

El objetivo del juego *Ghosts* presentado en [Nilsson et al., 2016] es que los usuarios vayan caminando por el museo hasta encontrarse con "*fantasmas*" que van apareciendo en la

pantalla del dispositivo móvil. Estos fantasmas irán explicando al jugador que se encuentran perdidos y necesitan ayuda para encontrar el camino de regreso a su lugar de descanso. Mientras el jugador se mueve por el espacio del museo, el fantasma proporciona comentarios positivos o negativos indicando si el mismo va en la dirección correcta o incorrecta.

En [Nilsson et al., 2016] también se hace mención a la falta de trabajos e información en el área del desarrollo de juegos basados en posicionamiento y en particular a aquellos que utilizan la tecnología BLE. Los autores plantean esta situación como un arma de doble filo, ya que por un lado brindaba la oportunidad de diseñar y construir una experiencia verdaderamente única e innovadora, pero por otro, también significaba que tenían pocos datos de evaluación y pautas sobre las cuales basarse.

En la Figura 2.2.1 se muestran pantallas prototípicas del juego *Ghosts*. En la Figura 2.2.2 se muestra la intensidad de la señal de los beacons, en los lugares que hay menos señal es más complejo determinar la posición exacta de los beacons.



Figura 2.2.1: Imagen prototípica de la aplicación Ghosts [Nilsson et al., 2016].

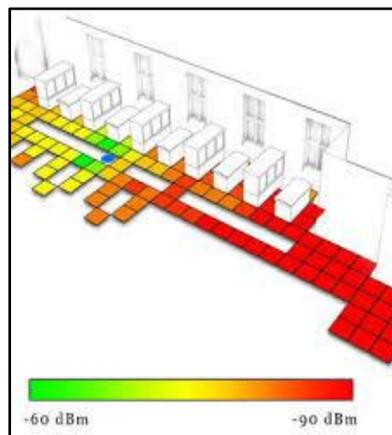


Figura 2.2.2: Esquema de una sala del museo donde se visualiza la fuerza de señal de los beacons [Nilsson et al., 2016].

Cabe mencionar que los aspectos de diseño detallados en [Nilsson et al., 2016] se focalizan en describir el diseño usado para los beacons, no brindan detalles del diseño del contenido del juego en sí.

2.2.2 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 que combina la tecnología GPS con realidad aumentada (AR) para lograr incrementar el interés de los visitantes del sitio arqueológico *Avebury*. El objetivo propuesto es que los usuarios recorran el sitio arqueológico buscando “tesoros” virtuales escondidos en determinados lugares relevantes del espacio físico real.

En la Figura 2.2.3 se puede apreciar los lugares relevantes definidos por *Avebury Portal* cada uno de estos está relacionado con alguna característica del espacio físico que es interesante apreciar.

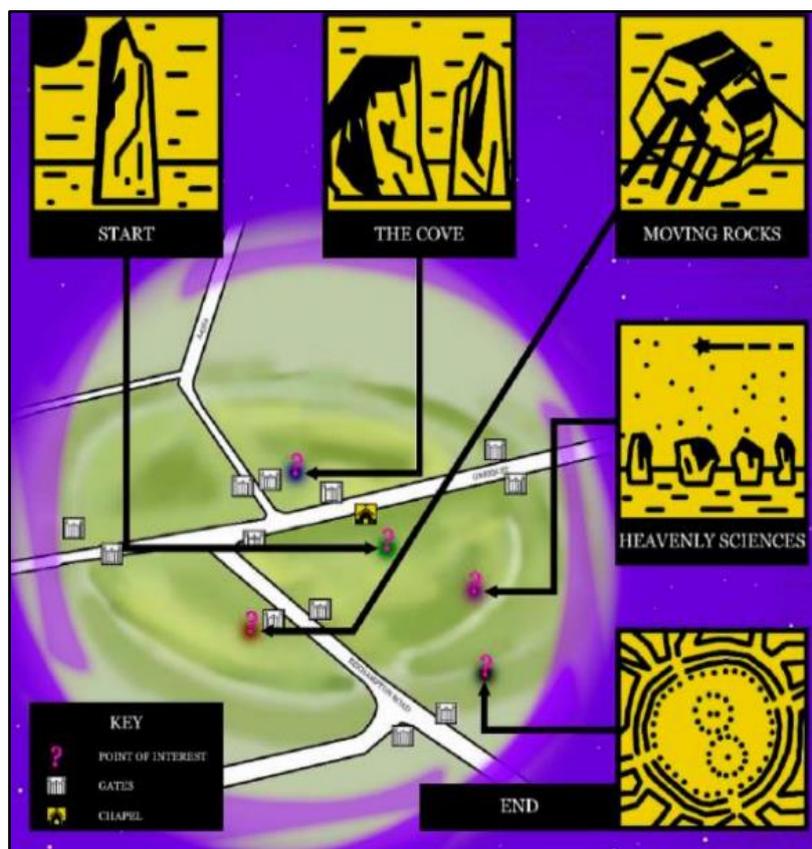


Figura 2.2.3: Posiciones relevantes para la aplicación [Shakouri and Tian, 2018].

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*. Durante el transcurso del juego, el usuario es provisto con información contextualizada del lugar donde se encuentra. Esta información no solo le permite al usuario aprender sobre los artefactos y lugares que lo rodean, sino que también le permite

resolver pistas y acertijos para llegar hasta los tesoros, logrando así un aprendizaje divertido. En la Figura 2.2.4 se puede apreciar a una persona usando el juego *Avebury Portal*.

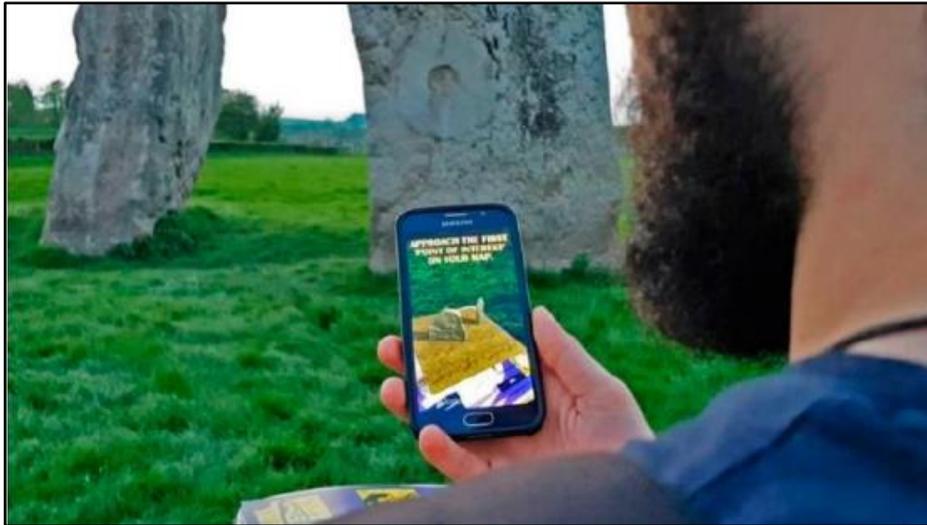


Figura 2.2.4: Persona usando la aplicación en las ruinas de Avebury [Shakouri and Tian, 2018].

Cabe mencionar que 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.

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

En [Jones et al., 2018] los autores definen una aplicación prototípica *Shelley's Heart*. La misma se presenta como una *narrativa posicionada*, donde el usuario debe interactuar con el espacio físico que lo rodea para poder avanzar con la historia. Es una aplicación vinculada al cementerio donde está enterrada Mary Shelley junto con el corazón de su esposo, el poeta Percy Shelley.

La narrativa de la aplicación *Shelley's Heart*, fue diseñada para que cuatro personas jueguen en conjunto simultáneamente, utilizando la tecnología GPS para lograr el posicionamiento. Al llegar a ciertos lugares predefinidos y vinculados con la historia, la aplicación provee contenido al usuario en forma de imágenes, videos o incluso experiencias de realidad virtual.

El objetivo de los autores en [Jones et al., 2018] fue analizar la complejidad del diseño de "juegos Co-Presenciales", este término es utilizado para referenciar a la situación en la que las decisiones que toma un jugador no solo influyen en su propia experiencia narrativa, sino también en la de los demás jugadores.

Para el diseño y desarrollo de este proyecto se involucró a un equipo interdisciplinario constituido por diseñadores y desarrolladores de juegos, técnicos y escritores. Para definir la historia ese equipo se basó en las estructuras definidas en [Hargood et al., 2016]. En [Gyori et al., 2019] los mismos autores de [Jones et al., 2018] describen más detalles sobre el diseño la aplicación *Shelley's Heart*, indican que fue un proceso de refinación que requirió una amplia experimentación de prueba y error, lluvia de ideas colaborativa, pruebas de usuario y varias

fases de producción. Las ideas obtenidas de este proceso condujeron al desarrollo de estrategias que promueven simultáneamente la cognición implícita y explícita.

En [Gyori et al., 2019] describen un proceso en donde poco más de 300 participantes, miembros de la audiencia y los colaboradores probaron varias iteraciones de la aplicación. Incluyeron una combinación de profesionales de los medios, artistas y novicios. Aunque los participantes y los miembros de la audiencia fueron una mezcla de sujetos masculinos y femeninos, los colaboradores eran en su mayoría hombres. En las Figura 2.2.5 y 2.2.6 se puede apreciar a los participantes durante el proceso de prueba.



Figura 2.2.5: Participantes al comienzo del proceso de prueba [Gyori et al., 2020].



Figura 2.2.6: Participantes durante el proceso de prueba [Gyori et al., 2020].

2.2.4 CityConqueror - juegos para explorar territorialidad [Jones and Papangelis, 2019]

En [Jones and Papangelis, 2019] se presenta el juego *CityConqueror*, el cual fue desarrollado por un grupo de estudiantes de la universidad Jiaotong-Liverpool con fines académicos.

CityConqueror es un juego basado en el famoso juego de mesa "*Riesgo*". En este, un jugador conquista países en un mapa mundial, desplegando unidades para defender y atacar a los países vecinos. De manera similar, en *CityConqueror* los jugadores pueden conquistar territorios en su posición física real (obtenida por el GPS), desplegar unidades para defender sus territorios y atacar a los de otros jugadores que se encuentran en su proximidad física.

En el prototipo presentado en [Jones and Papangelis, 2019], el jugador puede desplegar unidades para defender el territorio y esconder un tesoro en él. Los territorios son trazados en un mapa del espacio urbano real, que muestra la posición actual del jugador. Inicialmente el mapa que ven los jugadores está cubierto por niebla. Los jugadores van quitando la niebla explorando físicamente el espacio físico. Cuando un jugador ha visitado un espacio físico, retira la niebla como se visualiza en la Figura 2.2.7.a, a partir de ese momento es capaz de ver los territorios enemigos como se observa en Figura 2.2.7.b con círculos de diferentes colores.

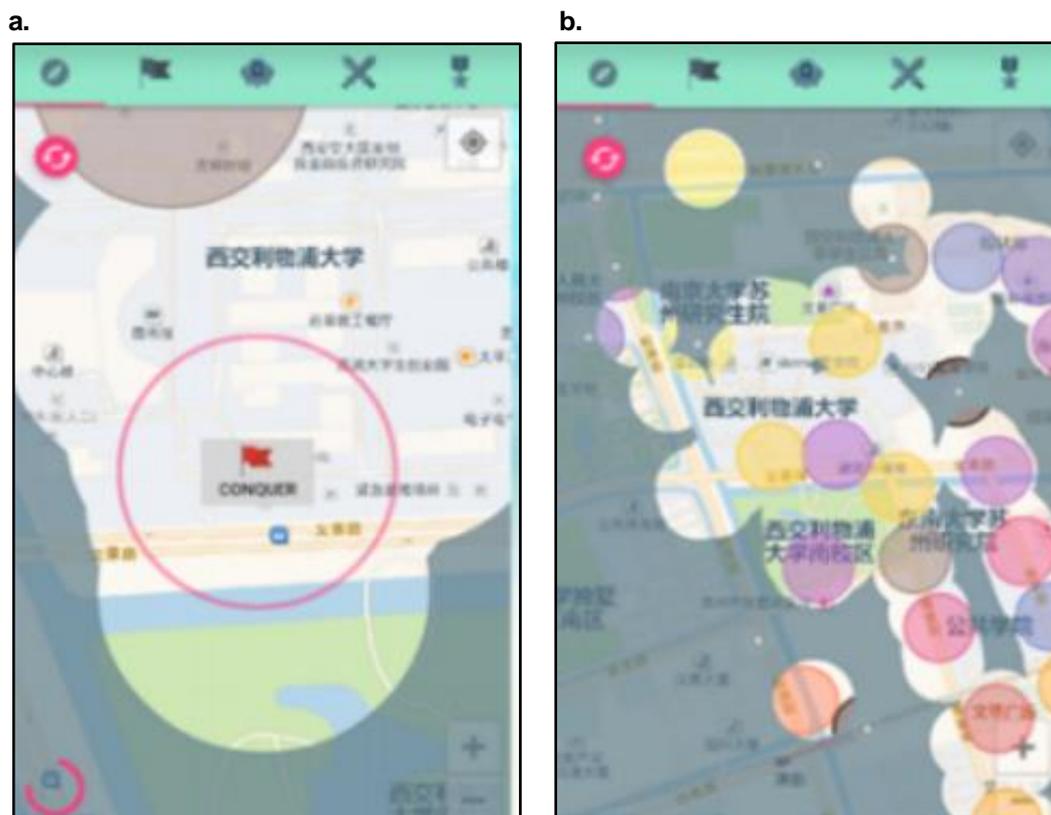


Figura 2.2.7: Un jugador comienza conquistando un territorio en función de su posición física actual [Jones and Papangelis, 2019]

Para conquistar un nuevo territorio, los jugadores deben derrotar a todos los territorios enemigos a su alcance (ver Figura 2.2.8). Si un jugador ataca un territorio enemigo y gana, tiene la oportunidad de encontrar el tesoro escondido.

En [Jones et al., 2020] los autores hablan que el objetivo del desarrollo del juego es lograr investigar cómo los juegos basados en posicionamiento se integran en la vida diaria de un jugador, cómo influyen en la movilidad, sus rutas por la ciudad, la percepción de los lugares y cómo la territorialidad humana impulsa los juegos competitivos en espacios públicos. Los

autores no brindan detalle sobre el proceso de diseño seguido para el desarrollo de este juego.

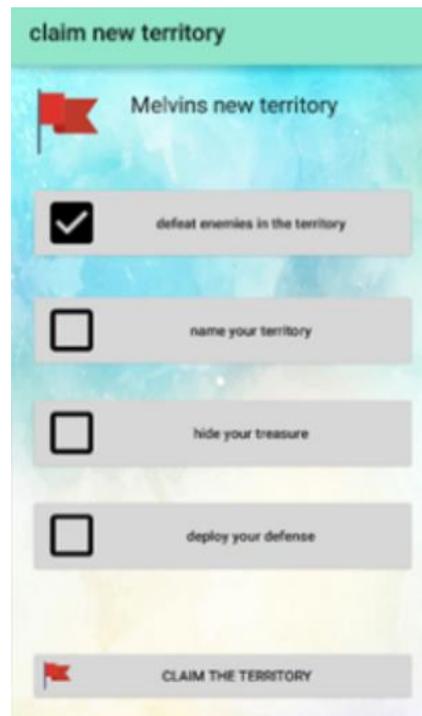


Figura 2.2.8: Para conquistar un territorio, el jugador tiene que esconder un tesoro y desplegar unidades para defenderlo [Jones and Papangelis, 2019]

2.3 Diseño de Juegos

En esta sección se describen distintas formas de diseñar juegos, el objetivo es mostrar la variada gama de opciones que se pueden utilizar para definir los mismos.

2.3.1 Uso de prototipos de juegos de mesa para co-diseño de un juego basado en la posición [Jones et al., 2017]

En [Jones et al., 2017] se presenta un caso de estudio en el que se escribe el proceso iterativo de co-diseño de un juego móvil basado en una búsqueda de tesoros por la ciudad de Luxemburgo. En [Jones et al., 2017] se hace énfasis en el proceso inicial de diseño dejando como trabajo futuro, el desarrollo de una aplicación funcional.

Durante el proceso de diseño se utilizó un tablero que representa un mapa de la ciudad de Luxemburgo. Los puntos de interés (PoI) que representan dónde puede descubrir contenido, son resaltados con pin (como se ve en la Figura 2.3.1). Los autores fundamentan en [Jones et al., 2017] que el uso de prototipos iterativos en papel permite involucrar a los usuarios en proceso de co-diseño y ayuda a desarrollar una experiencia que encapsula sus expectativas, reduciendo así la probabilidad de una futura aplicación insatisfactoria.

En el juego de mesa, los jugadores simulan moverse e interactuar, lo cual requiere "*esfuerzo*" (expresado en forma simbólica de acuerdo a los números obtenidos en los dados lanzados); que representan la fatiga física y mental que un jugador podría experimentar caminando

realmente por la ciudad. El juego era manejado por un maestro del juego o facilitador, quien aclaraba las reglas al comienzo, y durante el juego entregaba los folletos apropiados a los jugadores.

En la Figura 2.3.1 se pueden apreciar los distintos perfiles de usuarios que están involucrados en el co-diseño, en la cual están los jugadores y el facilitador. Se pueden observar los materiales como así también el tablero de juego.



Figura 2.3.1: Primera iteración del juego donde se ven a los 6 participantes y al facilitador [Jones et al., 2017].

En [Jones et al., 2017] se mencionan tres iteraciones de juego, las cuales se resumen en la Tabla 2.3.1, se puede apreciar que en cada iteración participaron usuarios distintos, esto fue permitiendo refinar el co-diseño con diferentes usuarios involucrados.

Tabla 2.3.1: Iteraciones del juego junto a las características de los jugadores.

1era iteración	2da iteración	3ra iteración
6 jugadores (1 hombre y 5 mujeres)	5 jugadores (5 mujeres)	5 jugadores (3 hombres y 2 mujeres)
Edad entre 25 y 65 años		
4 residentes del lugar	4 residentes del lugar	3 residentes del lugar
Todos son nuevos jugadores	1 nuevo jugador, 4 jugadores previos	Todos son nuevos jugadores
2 horas de duración	1 hora de duración	50 minutos de duración

A continuación, se describen algunos detalles de cada iteración descrita en la Tabla 2.3.1.

- *1era iteración*

Cada jugador elige dónde colocar su peón en el tablero. En cada ronda, los jugadores tiran dos dados y eligen cómo usarlos: ya sea para moverse en el tablero o para realizar interacciones (agregando post-its con información de un lugar o stickers para indicar el agrado o desagrado hacia dicho lugar). A partir del feedback de los participantes, se tomaron notas y se definieron modificaciones a realizar en la próxima iteración.

- *2da iteración*

En la segunda iteración se revisaron los cambios en el diseño de juego generando nueva versión del juego de mesa, nuevas reglas de interacción más simples, un contenido más refinado y agregando la posibilidad de agrupar Pol por tema (o hilo histórico).

- *3ra iteración*

La tercera iteración de juego usó el mismo tablero y reglas que la segunda iteración, pero los post-its agregados en la iteración anterior se mantuvieron para permitir a los nuevos jugadores interactuar con las reflexiones de los jugadores anteriores.

Las tres iteraciones del juego destacaron los puntos de interés y los problemas de los usuarios. Los autores plantean que los resultados obtenidos muestran que el juego de mesa ayudó a capturar importantes preferencias y problemas de diseño, asegurando la mejora del escenario. Esta retroalimentación ayuda a reducir el esfuerzo de desarrollo e implementar un futuro prototipo tecnológico más cercano a las necesidades de nuestros usuarios finales.

2.3.2 Co-diseño de juegos para concientizar sobre privacidad [Bergen et al. 2018]

En [Bergen et al. 2018] se describe el proceso de co-diseño realizado por un grupo de adolescentes para desarrollar juegos que permitan concientizar sobre la privacidad en las redes sociales. Este proceso fue realizado con el uso de tarjetas y de un tablero/pizarra. Adicionalmente, los autores detallan que este fue un proceso iterativo donde participaron 2 facilitadores y 32 participantes divididos en 9 grupos. Los participantes eran todos estudiantes de secundaria con edades entre los 15 y los 17 años.

Los autores fundamentan el uso de tarjetas basándose en que estas son:

- *Informativas*: ayudan a describir conceptos complejos a personas no expertas o ajenas al dominio del problema a resolver en el diseño. Proveen diferentes opciones al usuario.
- *Inspiracionales*: Las tarjetas pueden ser una fuente de inspiración, facilitan el pensamiento colaborativo y divergente al proporcionar un medio para la conversación entre las partes interesadas y el diseñador proporcionando un terreno común entre estos. Desencadenan la discusión entre los participantes.
- *Colaborativas*: involucrar a los usuarios ayudando a la colaboración y al diálogo creativo.

De la misma forma, justifican el uso de un tablero en que proporciona un punto focal para la interacción grupal y el andamiaje del programa.

De acuerdo a lo especificado por los autores en [Bergen et al. 2018], cada iteración tomó aproximadamente 30 minutos en realizarse. Al comienzo del proceso, cada grupo recibió una pizarra en la que podía escribir. El tablero estaba dividido en cuatro áreas, una para cada una de las fases. Inicialmente las áreas estaban tapadas, y los grupos tenían que ir destapándolas a medida que las fases iban avanzando. Esto tenía la intención de ayudarlos a concentrarse. Lo antes descrito se puede apreciar en la Figura 2.3.2.



Figura 2.3.2: Imágenes tomadas durante la experiencia [Bergen et al. 2018].

Los resultados mostraron que, en una cantidad limitada de tiempo, los participantes pudieron:

- Seleccionar y elaborar un escenario relacionado con la privacidad.
- Darle un significado a un juego existente, es decir, convertir un juego existente en un juego con un propósito de aprendizaje.
- Crea un nuevo juego divertido en un género específico.
- Reflejar y combinar los elementos tratados en un juego serio para la conciencia de la privacidad.

2.3.3 Diseño colaborativo de juegos basados en posicionamientos [Wake et al., 2018]

En [Wake et a., 2018] se explora cómo estudiantes de secundaria participan en un escenario de aprendizaje que implica el diseño y la creación de juegos basados en posicionamiento para aprender sobre historia. Los juegos resultantes de este proceso tenían como objetivo que luego sean usados por otros estudiantes de la institución.

Los autores en [Wake et a., 2018] hacen foco en la importancia de examinar empíricamente cómo los estudiantes interactúan con las herramientas de desarrollo. En [Wake et a., 2018] la herramienta de autor *SILO* (de la cual se hablará en la Sección 2.4) desempeñó un papel central, permitiendo a los estudiantes crear juegos de forma colaborativa.

Los autores plantean en [Wake et a., 2018] que el proceso de diseño estuvo separado en tres etapas o actividades:

1. *Actividad de diseño del juego*: la clase se dividió por la mitad, y cada mitad recibió una lista de ocho temas de la currícula. Cada mitad se dividió en grupos de entre tres y cuatro estudiantes. Cada grupo tenía la tarea de elegir un mínimo de seis temas, que formarían la base de su juego. Cómo ordenar las ubicaciones en el juego, cómo asignar un tema a una posición, y que escribir sobre cada uno, dependía de ellos. También eran libres de descubrir y crear ubicaciones y temas por sí mismos.

Un conjunto de documentos se puso a disposición de los estudiantes al comienzo del escenario. Estos incluyen una descripción de las tareas, una lista de objetivos de aprendizaje, información sobre los criterios de evaluación (los estudiantes fueron calificados en su participación incluyendo colaboración y producto final), una lista de recursos y sitios de internet con material histórico relevante, y un manual de usuario para SILO.

2. *Actividad de juego*: cada equipo debía jugar el juego que recibieron, moverse por la ciudad y aprender sobre los sitios históricos del juego. Los estudiantes fueron alentados a traer cámaras con ellos, o usar las cámaras en sus teléfonos móviles, y registrar varios aspectos de los lugares que visitaron para que pudieran usarlo como material para crear un producto multimedia después de haber completado el juego.
3. *Desarrollo de productos multimedia*: el producto multimedia que los estudiantes crearon después de jugar podía tomar la forma de un video o película, una wiki, un blog, o una página web.

2.4 Herramientas para el diseño y creación de juegos posicionados

Como se menciona en [Pérez-Colado et. al, 2017] existen diferentes plataformas disponibles en el mercado, como *AgentsOfDiscovery*¹, *ActionBound*² o *GooseChase*³ con las que los desarrolladores pueden crear fácilmente experiencias posicionadas (por ejemplo, *gymkhanas*, recorridos, búsqueda del tesoro, etc.) que requieren que el jugador interactúe con el entorno (por ejemplo, llegar a ubicaciones, tomar fotos o videos, escanear códigos QR). Cabe mencionar que las plataformas mencionadas en [Pérez-Colado et. al, 2017] utilizan GPS para espacios outdoor y códigos QR para espacios indoor; esto último no permite un sentido continuo en este tipo de espacios, limitando el feedback que pueden recibir los usuarios durante el juego. En general, estas experiencias incluyen varias tareas personalizables (normalmente secuenciales) que el jugador debe realizar. A pesar de los elementos que cada plataforma puede o no incluir, la mayoría de estas incluyen características que permiten al desarrollador del juego rastrear a los jugadores, inspeccionar sus respuestas.

¹ Página de *AgentsOfDiscovery*:

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mstar.aod&hl=en_US&gl=US (último acceso: 18/08/2020)

² Página de *ActionBound*:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=de.actionbound&hl=es&gl=US> (último acceso: 18/08/2020)

³ Página de *GooseChase*: <https://www.goosechase.com> (último acceso: 18/08/2020)

A continuación, se presentarán algunas herramientas que permiten la creación de diferentes tipos de juegos posicionados para poder apreciar diferentes características de las mismas.

2.4.1 SILO - Creación de juegos posicionados en espacios *outdoor* [Wake, 2013], [Wake et al., 2018]

SILO consiste de una herramienta de autor web y una aplicación móvil para la creación de juegos posicionados en espacios *outdoor*. SILO permite diseñar juegos que construyan una historia como un conjunto de misiones, y adjunte las diferentes misiones a diferentes ubicaciones; haciendo clic en un mapa que se muestra en la pantalla de la interfaz web. El creador del juego puede agregar iconos a las ubicaciones, establecer limitaciones de tiempo, configurar los datos de usuario, y un máximo de tres pistas sobre cómo encontrar cada posición.

La aplicación web convierte los datos en un juego para mostrar en el dispositivo móvil y permite al usuario interactuar usando los siguientes elementos en la pantalla:

- *Un* mapa desplegable, un marcador opcional que muestra la posición actual en el mapa, una pista opcional que muestra el historial del movimiento y un puntaje de juego.
- Un medidor de distancia (se muestra en rojo y verde números), que muestra la distancia restante a la siguiente posición, que se actualiza cada cinco segundos. Cuando un jugador se mueve dentro de una zona de 30 m alrededor de la posición, los números rojos cambian verde, y se les permite "recoger" el Punto de interés (POI) en el juego.
- Una barra de progreso que muestra los iconos que representan los lugares que el participante ha visitado, y una cantidad de espacios vacíos, lo que indica el progreso del juego.
- Un sistema de menú para acceder al juego y para marcar y seleccionar los POI disponibles en el juego.
- Una misión (es decir, una descripción de la próxima posición de la historia).

En la Figura 2.4.1 se puede apreciar la aplicación web, mientras en la Figura 2.4.2 se muestra la aplicación móvil. Mientras se juega cada juego creado con SILO, la aplicación calcula constantemente la distancia a la siguiente posición, la cual se muestra en rojo hasta que los jugadores se acercan a la posición y cambia a verde indicando que puede marcar la misma. Luego, se les ofrece información sobre el punto actual y un texto que describe la siguiente posición. El juego termina cuando se resuelve la última misión (es decir, cuando la última posición se encuentra).

En [Wake et al., 2018] se menciona el uso de esta herramienta para enfatizar el proceso iterativo de diseño los juegos por los alumnos de un colegio. Los alumnos acuerdan cuáles son los lugares de interés para brindar información y la forma en la que el juego propone los recorridos para llegar a dichos lugares. Los alumnos, de esta forma, realizan un co-diseño, no solo del contenido, sino también de los lugares relevantes. En [Wake et al., 2018] se

menciona que los alumnos se enfrentan a la complejidad de generar juegos donde las ubicaciones guarden coherencia entre sí.

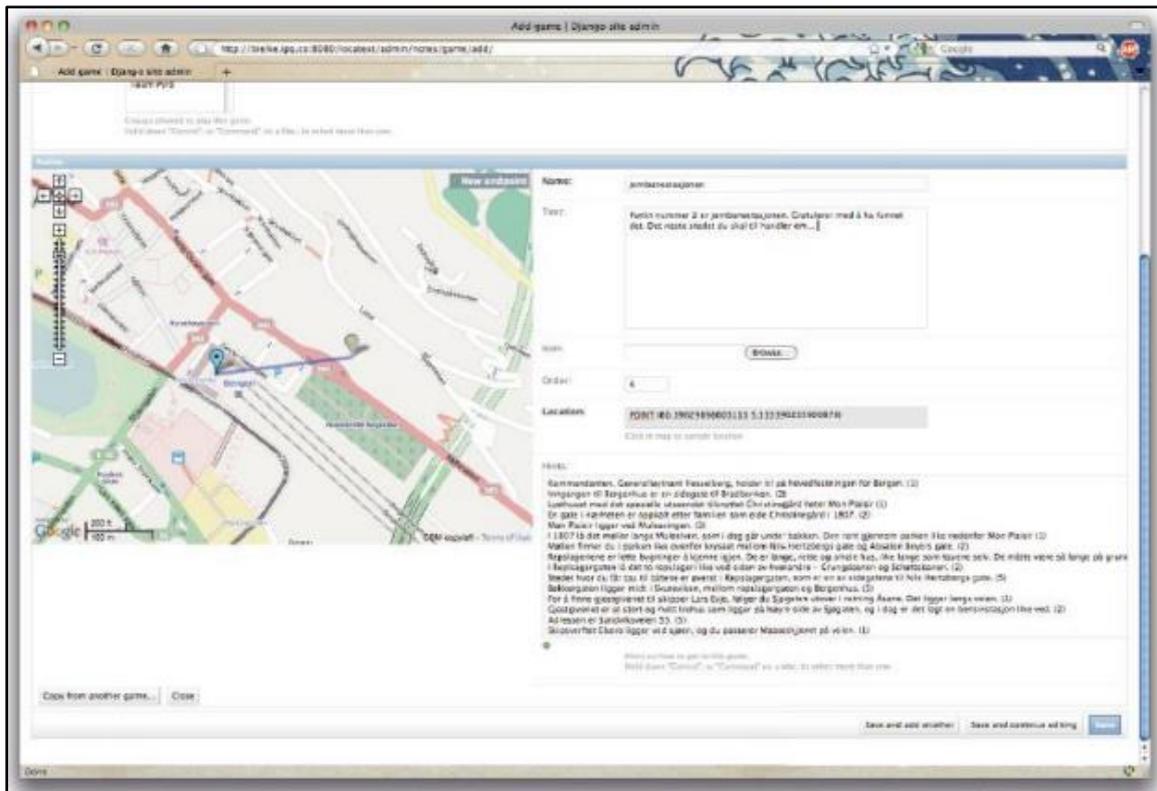


Figura 2.4.1: Creación de una misión utilizando la interfaz web de SILO [Wake, 2013].

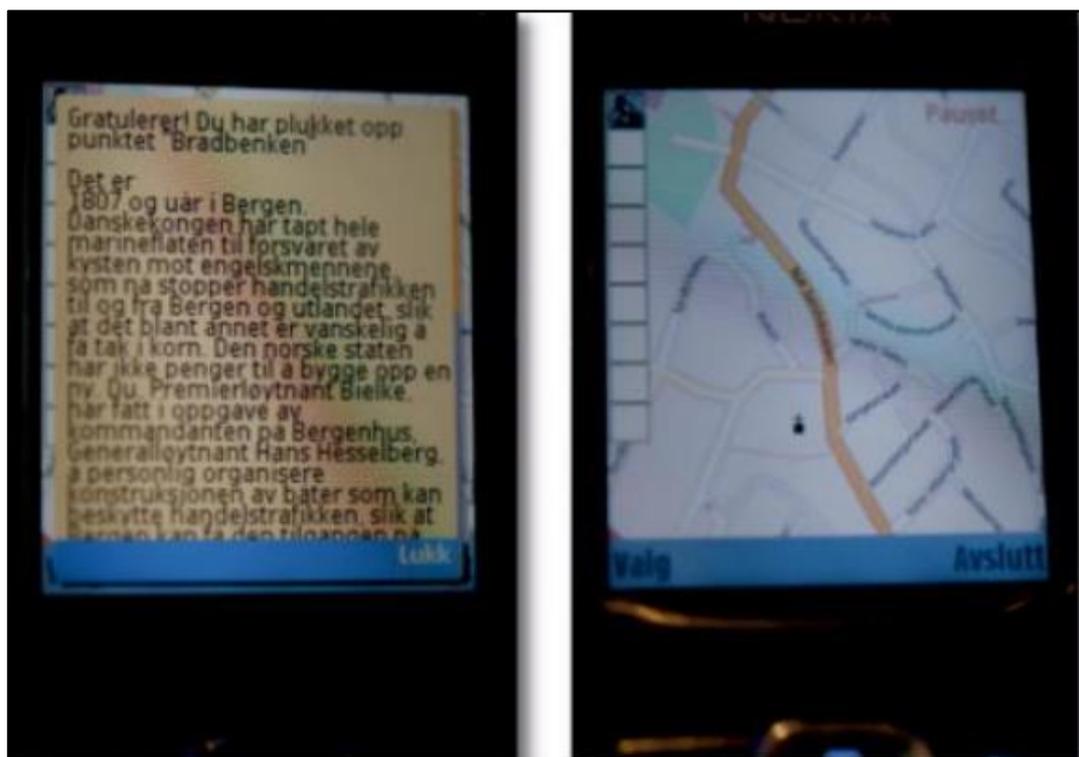


Figura 2.4.2: Pantallas de un juego generado con SILO [Wake, 2013].

2.4.2 uAdventure (uA) - authoring tool [Pérez-Colado, 2016], [Pérez-Colado et al., 2017]

En [Pérez-Colado, 2016] se presenta uAdventure (uA), una herramienta de autor hecha en *Unity* que tiene como objetivo que cualquier docente pueda crear fácilmente juegos serios (*serious games*) sin necesidad de conocimientos en programación.

En [Pérez-Colado et al., 2017] los autores plantean una extensión de la herramienta para facilitar el desarrollo de juegos serios basados en posicionamiento. Allí presentan dos modelos conceptuales, uno basado en GPS y otro basado en el uso de códigos QR (*posicionamiento etiquetado*), la herramienta hace uso de ambos modelos de forma combinada, el primero para las secciones del juego en espacios outdoor, y la segunda para espacios indoor. Los autores justifican el uso de *Unity* en el hecho de que permite la exportación de videojuegos de forma sencilla para múltiples plataformas (ya sean en PC, en consolas de videojuegos, en consolas portátiles o en Smartphone), y los hace más resistentes a los cambios tecnológicos.

La herramienta *uAdventure* consta de dos partes: un editor y un intérprete. El editor permite al usuario modificar el diseño del juego, gestionar y crear nuevos elementos de juego. El intérprete carga el archivo de descripción del juego, junto a sus recursos, y permite jugar. La herramienta se basa en *Unity*, extendiendo el motor de juego mediante el desarrollo de comportamientos para cada elemento que es visible y ejerce un rol en el juego.

Desde la interfaz web se puede acceder a un mapa donde el usuario puede definir:

- *Pol (Point)*: un punto de interés donde el jugador tiene que realizar una acción.
- *Zonas (Polygon)*: La zona es un rango de coordenadas ordenadas que delimitan un área. En el juego, una zona es un ámbito especial donde el jugador podría contextualizarse; salir en o cruzar la frontera de una zona específica puede ser el disparador para un evento en el juego.
- *Rutas (Path)*: Una ruta es un rango de coordenadas, al igual que la zona, excepto que las rutas no están cerradas. Debido a esto, el camino tiene un punto de partida y un punto final, determinado. Las rutas pueden determinar las barreras que el jugador no debe cruzar o caminos que el jugador debe seguir.

Un ejemplo de representación en el mapa de los tres elementos antes mencionados se puede visualizar en la Figura 2.4.3.

La interfaz también posee una pestaña desde donde configurar los códigos QR (ver ejemplo Figura 2.4.4). Permite definir el contenido QR formado por:

- una línea de texto que se muestra después de escanear el código;
- la lista de efectos que se dispararan en consecuencias al escanearlo;
- y el conjunto de condiciones que restringe el escaneo QR que podría romper la linealidad del juego.

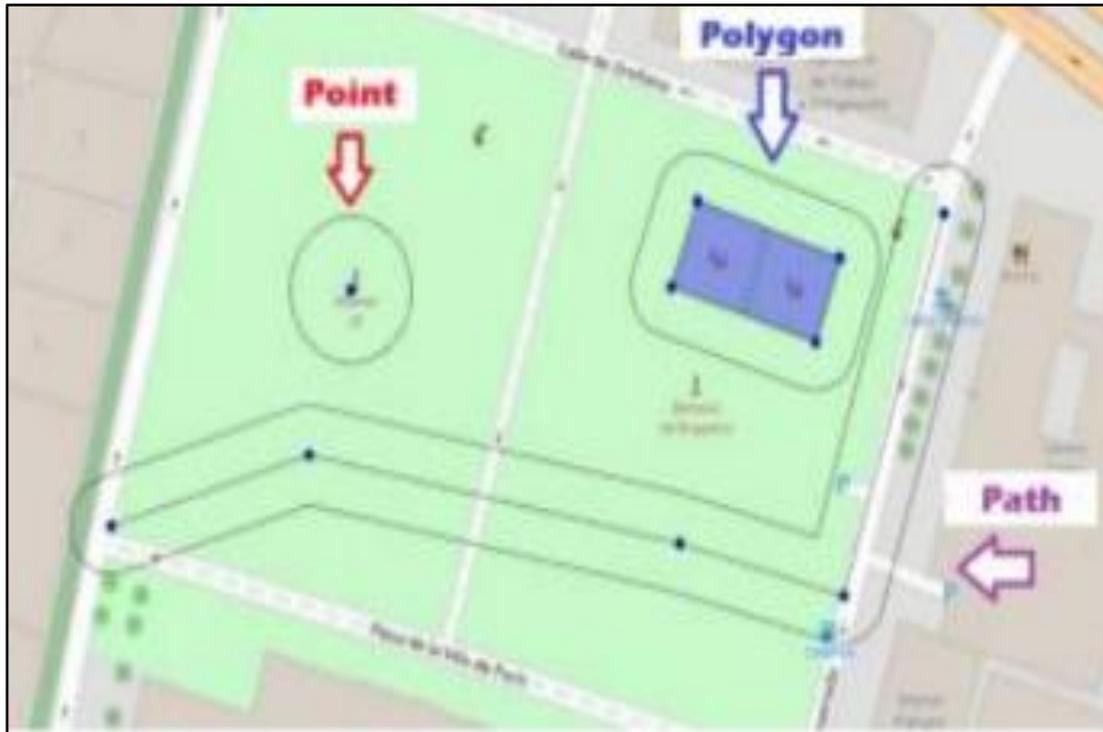


Figura 2.4.3: Representación de los tres elementos de mapas [Pérez-Colado et al., 2017]



Figura 2.4.4: Pestaña para la creación de códigos QR [Pérez-Colado et al., 2017]

Con el propósito de validar la nueva actualización de uA para juegos serios basados en posicionamiento, los autores desarrollaron en [Pérez-Colado et al., 2017] un juego de prueba que utilizaba la mayoría de las funciones implementadas. El propósito del experimento consistía en explicar las instalaciones deportivas y el uso del registro en el campus de Moncloa UCM y constaba de cuatro partes: (i) tutorial para llegar a una de las múltiples instalaciones deportivas utilizando el mapa; (ii) un juego de recoger pelotas ocultas en los diferentes campos; (iii) una explicación sobre el edificio de la piscina (interior) con escaneo QR; y (iv) una simulación de la entrega de un documento en un registro con escaneo QR. En la Figura 2.4.5 se muestra un ejemplo del movimiento y acciones durante el uso del prototipo.

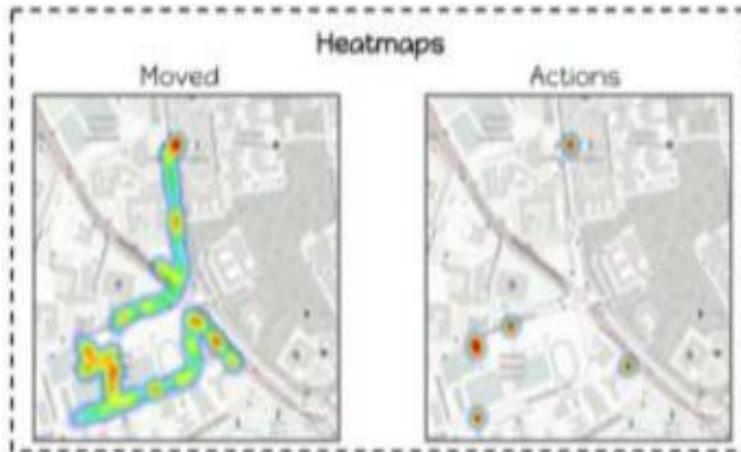


Figura 2.4.5: A la izquierda se muestra la ruta de los jugadores durante el juego. A la derecha se muestra los puntos relevantes del juego. [Pérez-Colado et al., 2017]

2.4.3 Una experiencia de diseño experiencias educativas posicionadas [Vuorio et al., 2019]

En [Vuorio et al., 2019] se presenta una herramienta para entornos educativos, la cual a través de una interfaz web, permite a un docente generar un mapa con diferentes puntos a los que los alumnos deben acercarse para resolver actividades educativas. Los alumnos utilizan una aplicación móvil que provee la información necesaria para encontrar estos puntos y para resolver las tareas dadas por el docente.

Al comienzo del proceso como se describe en [Vuorio et al., 2019], el docente utiliza la interfaz web provista por la herramienta para crear un "*camino*" que consta de varios puntos de interés o con tareas interactivas específicas. Estas tareas interactivas pueden ser cuestionarios, opción múltiple preguntas, textos e hipervínculos, videos de YouTube, imágenes o instrucciones como por ejemplo tomar fotos o un video. El feedback por parte del docente se puede dar de inmediato o de forma posterior. El docente desde la interfaz web también puede rastrear la posición de los usuarios durante el juego e interactuar con ellos enviando mensajes, así como feedback de las actividades que realizan. Los alumnos reciben estos mensajes en forma de notificaciones en sus celulares.

En la Figura 2.4.6 se pueden apreciar distintas pantallas que reciben los alumnos a partir del juego creado por un docente. Una de las características más destacables de la herramienta propuesta en [Vuorio et al., 2019] es la libertad que brinda en el diseño de juegos, permitiendo que cada docente configure los parámetros que mejor se ajustan a su materia y al contenido de su currícula. Los autores mencionan que los maestros tenían el poder para regular el "juego"; ellos tenían la capacidad de decidir si el proceso sería serio o más ameno y entretenido.

En [Vuorio et al., 2019] se plantea que el posicionamiento en interiores sigue siendo un desafío para la industria al momento de lograr ofrecer una posición interior precisa y, por lo tanto, esta decisión los lleva a utilizar solo la tecnología GPS para espacios outdoor. Los autores también hacen mención a que existe evidencia de que los juegos basados en posicionamiento pueden ser una forma efectiva de llevar a cabo actividades de aprendizaje para personas con discapacidad intelectual y sensorial.

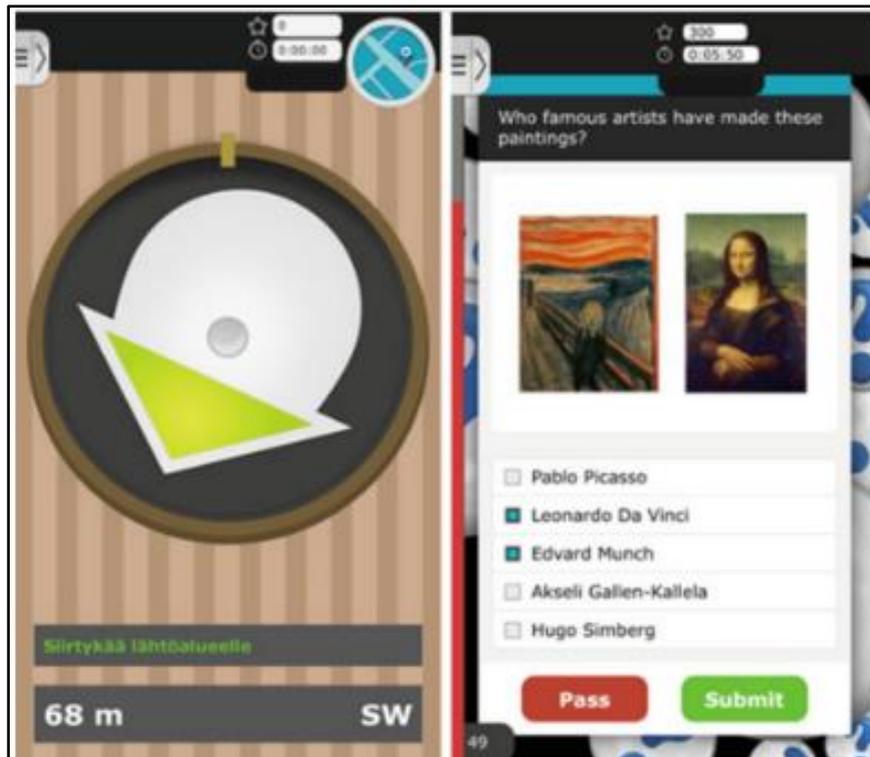


Figura 2.4.6: Ejemplos de pantallas de un juego [Vuorio et al., 2019].

2.5 Análisis del estado del arte

En esta sección se presenta un análisis en relación a los trabajos presentados en las Secciones 2.2, 2.3 y 2.4, se espera brindar un resumen que permita sentar las bases sobre la variabilidad y las diferentes formas de abordar el diseño de los juegos móviles basados en posicionamiento.

En la Tabla 2.5.1 se puede apreciar que tres de los juegos presentados son para espacios outdoor usando GPS como mecanismo de posicionamiento, mientras el otro es para espacios indoor usando para el sensado beacons. Lo interesante a destacar del resumen de la Tabla 2.5.1 es que solo uno de estos trabajos detalla que un equipo multidisciplinario estuvo involucrado en el diseño del mismo.

Tabla 2.5.1: Resumen de los juegos presentados de la Sección 2.2.

Juego	Descripción	Abordaje de Diseño	Mecanismo de Posicionamiento
Ghosts! [Nilsson et al., 2016]	Un juego móvil para la exploración de museos.	No se detalla	Beacons (indoor)
<i>Avebury Portal</i> [Shakouri and Tian, 2018]	Un juego móvil para lograr incrementar el interés de los visitantes del sitio arqueológico <i>Avebury</i> .	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.	GPS (outdoor)

Juego	Descripción	Abordaje de Diseño	Mecanismo de Posicionamiento
Shelley's Heart [Jones et al., 2018]	Aplicación prototípica de una narrativa posicionada donde el usuario debe interactuar con el espacio físico que lo rodea para poder avanzar con la historia.	Equipo interdisciplinario constituido por diseñadores y desarrolladores de juegos, técnicos y escritores.	GPS (outdoor)
CityConqueror [Jones and Papangelis, 2019]	Juego que permite conquistar territorios en la posición física real del usuario, desplegar unidades para defender sus territorios y atacar a los de otros jugadores que se encuentran en su proximidad física.	No se detalla	GPS (outdoor)

Para el foco de esta tesina es de interés analizar qué características habría que considerar a la hora de diseñar juegos como los presentados en la Tabla 2.5.1, para esto se presenta el resumen de características principales en la Tabla 2.5.2.

Tabla 2.5.2: Algunas características de diseño de los juegos presentados en la Sección 2.2.

Juego	Elementos del Juego	Resumen de Funcionalidades
Ghosts! [Nilsson et al., 2016]	❖ “Fantasmas” (aparecen y deben ser llevados por los usuarios hasta un destino).	A medida que va recorriendo el espacio físico, aparecen <i>fantasmas</i> que deben ser guiados para llegar a determinados lugares del museo. Los <i>fantasmas</i> dan aviso si están siendo guiados correctamente o no.
<i>Avebury Portal</i> [Shakouri and Tian, 2018]	❖ Tesoros virtuales escondidos en lugares relevantes (Información contextualizada). ❖ Pistas. ❖ Acertijos.	Recorriendo el espacio físico va recibiendo mediante realidad aumentada, pistas y acertijos para ir descubriendo a medida que el usuario se mueve dónde están los tesoros virtuales.
Shelley's Heart [Jones et al., 2018]	❖ Lugares predefinidos y vinculados con la historia. El contenido de la narrativa se brinda en forma de imágenes, videos o incluso experiencias de realidad virtual. ❖ Cuatro personajes cada uno con una historia, pero las mismas están entrelazadas. ❖ Las decisiones que toma un jugador no solo influyen en su propia experiencia narrativa,	A medida que recorre el espacio físico va recibiendo la narrativa de la historia, debe tomar decisiones que impactan en los otros participantes.

Juego	Elementos del Juego	Resumen de Funcionalidades
	sino también en la de los demás jugadores.	
CityConqueror [Jones and Papangelis, 2019]	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Desplegar unidades para defender sus territorios. ❖ Atacar a los jugadores que se encuentran en su proximidad física. 	A medida que los jugadores se mueven por el espacio físico van recibiendo información de si esos territorios están ocupados o no; pudiendo así desplegar unidades en territorios libres o atacando para conquistar los ocupados.

En la Tabla 2.5.2 se pudo apreciar las variadas gamas de posibilidades que pueden plantear estos juegos, sin embargo, todos coinciden en tener lugares relevantes, donde en ellos se brinda algún contenido en relación a la naturaleza del mismo. Todos requieren que los usuarios se muevan y vayan “descubriendo” el espacio físico. Entonces se podría resumir que se necesitan aspectos comunes de posicionar elementos y asistencia en la movilidad, pero también contar con la flexibilidad para que cada juego brinde características propias (brindar acertijos o pistas, requerir que el usuario tome decisiones o ejecute acciones, etc.) Estas son características que deben ser consideradas a la hora del abordaje del diseño de este tipo de juegos más aún si esta tarea es asistida con alguna herramienta de software.

En la Tabla 2.5.3 se resumen las experiencias de co-diseños analizadas en la Sección 2.3, con esto se espera poder reflejar distintas formas de abordaje. Se puede observar que dos experiencias hacen todo el co-diseño en papel, mientras otra utiliza una herramienta de autor para asistir en el co-diseño. Cada una tiene sus ventajas porque las experiencias en papel a veces tienen más grado de libertad co-diseño, mientras que las herramientas en algunos casos limitan el co-diseño.

Tabla 2.5.3: Resumen de las experiencias de diseño presentadas en la Sección 2.3.

Experiencia	Descripción	Elementos usados para el diseño	Proceso
Uso de prototipos de juegos de mesa para co-diseño de un juego basado en la posición [Jones et al., 2017]	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Proceso iterativo de co-diseño de un juego móvil basado en una búsqueda de tesoros por la ciudad de Luxemburgo ✓ 1 facilitador que coordina y 6 participantes. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Un tablero (papel). ▪ Pines. ▪ Tarjetas para ir describiendo el juego. ▪ Dados. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los jugadores simulan moverse por la ciudad usando un tablero en papel, lo cual requiere "esfuerzo" (expresado en forma simbólica de acuerdo a los números obtenidos en los dados lanzados). ▪ Hacen tres iteraciones en la experiencia donde van refinando las tarjetas.
Co-diseño de juegos para concientizar sobre privacidad	✓ Co-diseño realizado por un grupo de adolescentes para desarrollar juegos que	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tarjetas (Informativas, 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El tablero/pizarra sirve como punto focal para la interacción grupal.

Experiencia	Descripción	Elementos usados para el diseño	Proceso
[Bergen et al. 2018]	<p>permitan concientizar sobre la privacidad en las redes sociales.</p> <p>✓2 facilitadores y 32 participantes (15 a 17 años) divididos en 9 grupos.</p>	<p>Inspiracionales, Colaborativas).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tablero/pizarra. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Las tarjetas se usan para ir guiando las conversaciones. ▪ Diseño puramente en papel donde cada grupo creó un juego diferente.
<p>Diseño colaborativo de juegos basados en posicionamientos [Wake et al., 2018]</p>	<p>✓Escenario de aprendizaje que implica el diseño y la creación de juegos basados en posicionamiento para aprender sobre historia.</p> <p>✓Docentes coordinando y alumnos de primaria participaban de esta experiencia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de la herramienta de autor SILO. ▪ Uso de la aplicación móvil generada. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cada grupo tenía la tarea de elegir un mínimo de seis temas, que formarían la base de su juego. Debían elegir y ordenar las posiciones del juego, asignar un tema a una posición, y escribir sobre cada uno. Todo esto asistido por la herramienta de autor SILO. ▪ Luego se creaba la aplicación móvil que, contenida el juego, debían jugarlo, y en la próxima iteración podrían refinar lo creado.

A partir del resumen presentado en la Tabla 2.5.3 se puede destacar que el co-diseño puede involucrar distintos elementos o materiales; y además estar asistidos por herramientas de software. Cabe mencionar que una de las ventajas de usar herramientas es que permite ir probando lo co-diseñado y las iteraciones van permitiendo ir ajustando el juego. En la Tabla 2.5.4 se resumen las herramientas de autor descritas en la Sección 2.4.

Tabla 2.5.4: Resumen de las herramientas presentadas en la Sección 2.4.

Herramienta	Descripción	Características	Forma de uso
<p>SILO [Wake, 2013], [Wake et al., 2018]</p>	<p>Creación de juegos posicionados en espacios <i>outdoor</i>.</p>	<p>Herramienta Web, creación basada en mapas que permite:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Definir posiciones. ▪ Asociar misiones en las distintas posiciones. ▪ Definir el flujo del recorrido. ▪ Definir pistas (máximo tres por ubicación). 	<p>Los alumnos acuerdan cuáles son los lugares de interés para brindar información y la forma en la que el juego propone los recorridos para llegar a dichos lugares. Los alumnos, de esta forma, realizan un co-diseño, no solo del contenido, sino también de los lugares relevantes.</p>

Herramienta	Descripción	Características	Forma de uso
		<ul style="list-style-type: none"> Establecer limitaciones de tiempo. <p>La aplicación móvil que genera está integrada con GPS para sensar la posición de los alumnos.</p>	
<p>uAdventure [Pérez-Colado, 2016], [Pérez-Colado et al., 2017]</p>	<p>Crear juegos serios (<i>serious games</i>) basados en posicionamiento</p>	<p>Herramienta Web basada en mapas que permite definir:</p> <ul style="list-style-type: none"> Puntos Zonas Recorridos <p>A estos elementos se les pueden definir acciones al entrar al mismo o al salir.</p> <p>La aplicación que genera está integrada con GPS y códigos QR para sensar la posición de los alumnos.</p>	<p>Los docentes son los encargados de definir tanto los elementos (puntos, zonas, recorridos) como así también las acciones asociadas a los mismos. Está herramienta está en una etapa inicial, los autores se focalizaron en el posicionamiento, en una etapa siguiente avanzará más sobre la narrativa de los juegos.</p>
<p>Diseño de experiencias educativas posicionadas [Vuorio et al., 2019]</p>	<p>Generar mapas con diferentes puntos a los que los alumnos deben acercarse para resolver actividades educativas</p>	<p>Herramienta Web basada en mapas que permite definir:</p> <ul style="list-style-type: none"> Recorridos con puntos en posiciones Asociar tareas interactivas a las posiciones (cuestionarios, preguntas con múltiple, textos e hipervínculos, videos de YouTube, imágenes o instrucciones como por ejemplo tomar fotos o un video) <p>La aplicación genera está integrada con GPS para sensar la posición de los alumnos.</p>	<p>El docente desde la herramienta define los recorridos con las actividades interactivas. Una vez que los alumnos están usando la aplicación, puede rastrear la posición de los usuarios durante el juego e interactuar con ellos enviando mensajes, así como feedback de las actividades que realizan. Los alumnos reciben estos mensajes en forma de notificaciones en sus celulares.</p>

En la Tabla 2.5.4 las tres herramientas son basadas en mapas; es decir, usan un mapa de base para definir los lugares relevantes, otra opción es que permitan la creación de manera in-situ [Santos et al., 2014] y definir las posiciones relevantes a medida que se recorre el espacio físico donde van a ser puestos en práctica luego los juegos. Generalmente, los diseños in-situ consumen más tiempo, pero se pueden aprovechar mejor las características

del espacio físico y permite tener una visión más real de cómo lo van a vivenciar los jugadores. El diseño in-situ está poco explorado y es un área abierta de investigación.

Se puede apreciar también que cada herramienta resumida en la Tabla 2.5.4 permite definir sus propios elementos; sin embargo, todas coinciden en poder marcar lugares relevantes en el mapa y brindar en esos lugares algún (contenido a veces interactivo). Cabe destacar que cada una hace foco solo en el tipo de juego que se quiere crear, acorde a esto surge la motivación de esta tesina de abordar en una sola herramienta el co-diseño, distintos tipos de juegos móviles basados en posicionamiento. En particular, explorar el co-diseño in-situ.

La mayoría de los juegos móviles basados en posicionamiento o las herramientas de creación de estos juegos, se realizan para espacios outdoor; y la mayoría usa GPS. Esto se debe a que el posicionamiento en interiores sigue siendo un desafío para la industria al momento de lograr ofrecer una posición interior precisa, como se menciona en [Vuorio et al., 2019]. Esta es otra de las motivaciones de esta tesina, explorar el co-diseño in-situ, en particular, en espacios indoor.

3. Conceptos y Herramienta usados de base

En este capítulo se presentan los conceptos usados de base, sobre los cuales se busca brindar soporte al co-diseño in-situ, en particular, en espacios indoor. Se presenta un framework conceptual que permite analizar las características principales que deberían tener las herramientas de autor destinadas a la construcción in-situ de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento, donde los Juegos Móviles son un subconjunto de este tipo de aplicaciones. Además, se describe una herramienta de autor para el co-diseño in-situ de lugares relevantes. Cabe mencionar que esta herramienta fue diseñada usando de base el framework conceptual mencionado anteriormente.

3.1 Framework Conceptual usado de base

En [Mendiburu, 2019] y [Mendiburu et al., 2019] se presenta un framework conceptual que permite analizar las características principales que deberían tener las herramientas de autor destinadas a co-diseñar in-situ de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento.

Cabe mencionar que el framework propuesto en [Mendiburu, 2019] se basa en los conceptos descritos en [Challiol et al., 2017]. Si bien [Challiol et al., 2017] se centra en el diseño de aplicaciones móviles, se destaca las ventajas de desacoplar los mecanismos de sensado como de la representación del espacio, para facilitar la reutilización y la escalabilidad en el tiempo. Este desacople también es importante que sea considerado a la hora de diseñar herramientas de autor para este tipo de aplicaciones, como se detalla en [Mendiburu, 2019].

En [Mendiburu, 2019] se identifican los siguientes conceptos relevantes al momento de diseñar herramientas de autor destinadas crear in-situ Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento:

- Considerar los mecanismos de sensado de posicionamiento y la representación del espacio como características desacopladas.
- Permitir la posibilidad de representar las características de cada dominio o tipo de aplicación, por ejemplo, usando Plantillas (*Templates*). Esto no solo permite extensibilidad sino también facilitar la definición de aplicaciones por parte de los usuarios que usan estas plantillas de guía para definir el contenido de las aplicaciones que crean.
- Contar con la posibilidad de tener diferentes perfiles del usuario participando en el uso de este tipo de herramientas.
- Permitir crear en simultáneo distintos tipos de aplicaciones, es decir, contar con distintos espacios de trabajo donde cada uno podría estar en etapas (o estados) diferentes del diseño de la aplicación.

Los puntos anteriormente mencionados fueron tenidos en cuenta en [Mendiburu, 2019] para definir un framework conceptual que facilite la reutilización y la escalabilidad del tipo de herramientas que se está caracterizando. En la Figura 3.1 se presenta el Framework Conceptual propuesto en [Mendiburu, 2019] para facilitar la creación de nuevas herramientas de autor para co-diseñar in-situ Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento.

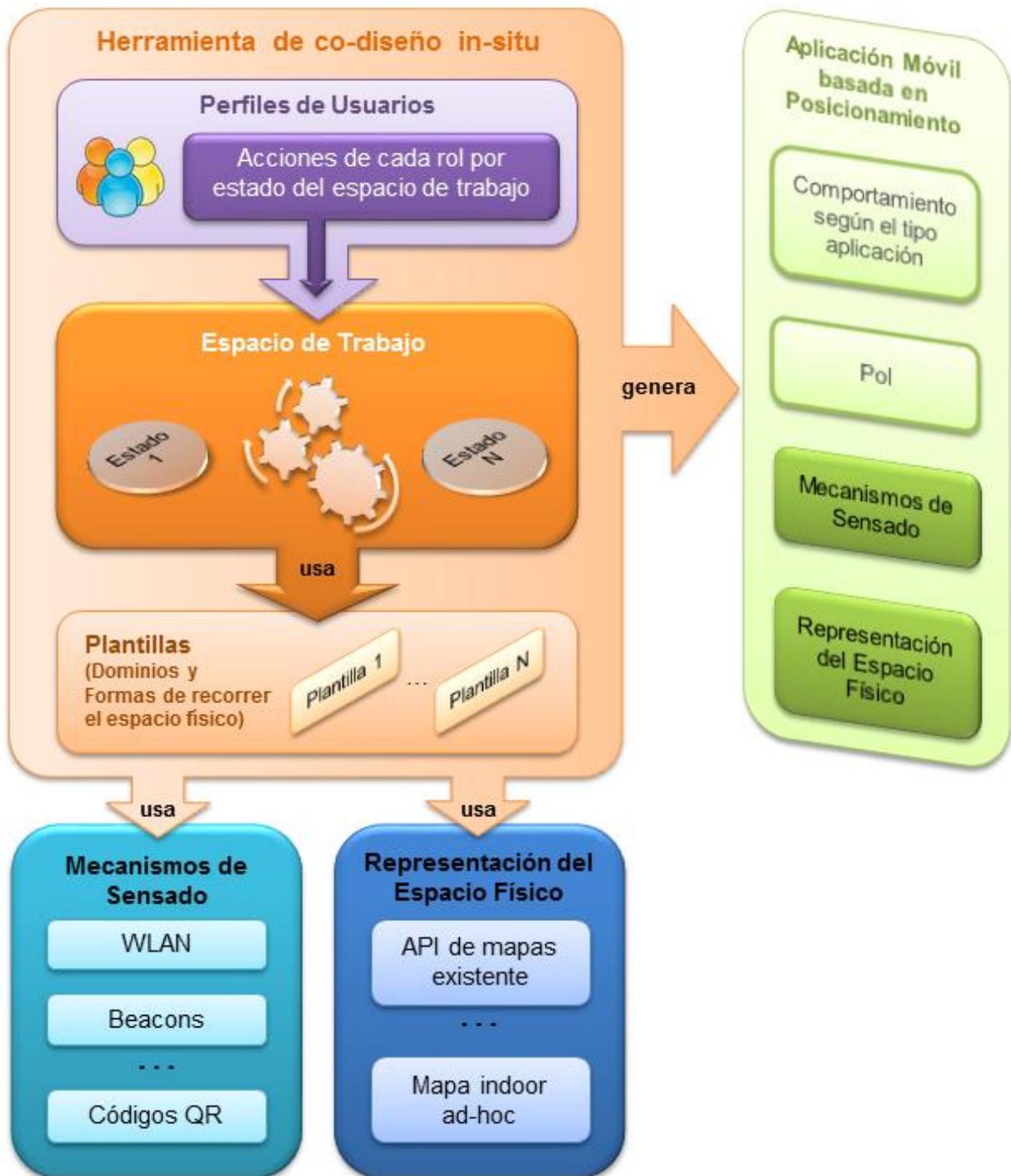


Figura 3.1: Framework Conceptual para crear Herramientas de co-diseño in-situ de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento [Mendiburu 2019].

Como se menciona en [Mendiburu, 2019], y como se puede apreciar en la Figura 3.1, el framework fue definido de manera abstracta para cubrir herramientas destinadas a la creación in-situ de diferentes tipos aplicaciones móviles y para distintos dominios.

En la Figura 3.1 se observa cómo están desacoplados tanto los mecanismos de sensado como la representación del espacio físico; de esta manera, este punto de variabilidad puede ser extendido. Además, en la Figura 3.1 se puede observar el concepto de *Espacio de*

Trabajo, el cual usa *Plantillas* que permiten el co-diseño de las aplicaciones. Este co-diseño puede involucrar diferentes etapas y esto es representado usando diferentes estados, donde en cada uno de ellos los distintos perfiles de usuarios pueden realizar diferentes acciones.

3.2 Herramienta de autor usada de base

En esta sección se presenta una instanciación concreta del framework conceptual presentado en la Sección 3.1 para diseñar una herramienta de autor. Luego, se describen las características técnicas para poder poner en práctica esta instanciación. Por último, se presenta un análisis en relación a cómo esta herramienta de autor puede ser usada de base para brindar soporte a la creación de Juegos Móviles basados en Posicionamiento.

3.2.1 Instanciación del framework conceptual para diseñar una herramienta de autor

Se pudo observar en la Figura 3.1 de la Sección 3.1 que el framework conceptual es abstracto. A continuación, se presenta la instanciación concreta detallada en [Mendiburu, 2019] para poder luego ser llevada a una implementación particular.

En la Tabla 3.1 se describen cómo cada uno de los conceptos del framework conceptual son abordados para la instanciación de una herramienta de autor, acorde a lo descrito en [Mendiburu, 2019]. En esta instanciación solo se cuenta con una única plantilla, que se denomina “*Lugares Relevantes*”; esta podría ser extendida con otras plantillas diferentes. Acorde a la Tabla 3.1 esta instanciación solo permite contar con el diseño de una herramienta de autor que permite co-diseñar in-situ lugares relevantes del espacio físico.

Tabla 3.1: Conceptos de una instanciación particular del framework conceptual.

Concepto del Framework	Abordaje de la instanciación propuesta en [Mendiburu 2019]
Plantillas	Definición de una única plantilla denominada “ <i>Lugares Relevantes</i> ”, la cual para cada punto de interés que se desea marcar en el espacio físico solo permite completar los datos definidos en dicha plantilla. La plantilla “ <i>Lugares Relevantes</i> ” define los siguientes datos a completar: nombre, descripción, una foto y la forma de brindar la información al usuario (usando QR o WLAN).
Perfiles de Usuario	<ul style="list-style-type: none"> - Creador: define nuevos espacios de trabajo. - Colaborador: pueden unirse a los espacios de trabajo y colaborar en los mismos.
Estados	La plantilla “ <i>Lugares Relevantes</i> ” define cuatro estados, con la siguiente secuencialidad: <ul style="list-style-type: none"> - Creado: estado inicial del <i>Espacio de Trabajo</i> al ser definido por un perfil de usuario Creador.

Concepto del Framework	Abordaje de la instanciación propuesta en [Mendiburu 2019]
	<ul style="list-style-type: none"> - En Edición: El <i>Creador</i> del <i>Espacio de Trabajo</i> cambia a este estado. En este estado, tanto el <i>Creador</i> como los <i>Colaboradores</i> (asociados a este espacio) pueden definir in-situ <i>Lugares Relevantes</i>. - Acordando: En este estado el <i>Creador</i> puede decidir cuáles son los <i>Lugares Relevantes</i> que terminan siendo considerados en la aplicación generada. Esto se puede realizar mediante un consenso entre el <i>Creador</i> y los <i>Colaboradores</i>. - Finalizado: Una vez que se realizó el acuerdo, el <i>Creador</i> cambia a este estado; donde se genera la aplicación acorde a lo definido.
Mecanismo de Sensado	<i>WLAN</i> , el cual fue descrito en esta tesina en la Sección 2.1 como mecanismo de posicionamiento. En particular, en la implementación concreta se usó la API de <i>Situm</i> como se presentará en la Sección 3.2.2.
Representación del Espacio Físico	<i>Mapas indoor ad-hoc</i> . En la implementación concreta se utilizó el servicio de <i>Situm</i> en conjunto la librería <i>Google Maps</i> cómo se presentará en la Sección 3.2.2.

Se pudo apreciar en la Tabla 3.1 que esta plantilla definida tiene cuatro estados, es decir, cuando una herramienta de autor implementa la misma, esta va pasando por diferentes estados hasta que termina quedando la versión final. Hay una etapa de acuerdos de cuáles son los lugares relevantes que quedarán finalmente en dicha versión; este acuerdo se realiza por fuera de la herramienta como se menciona en [Mendiburu, 2019].

En la Figura 3.2 se puede apreciar la representación visual de la instanciación descrita en la Tabla 3.1, además se puede observar que se derivan aplicaciones; en este caso, por el tipo de plantilla solo se crea una aplicación con lugares relevantes; como se menciona en [Mendiburu, 2019]; esto podría servir como una primera fase de diseño para luego completar la aplicación con alguna otra plantilla que incorpore, por ejemplo, información o servicios.

Además, en la Figura 3.2 se puede observar que la herramienta de autor tiene su propio mecanismo de sensado, el cual puede diferir de las aplicaciones generadas. En este caso, las aplicaciones generadas además utilizan códigos QR como mecanismo de sensado de posicionamiento.

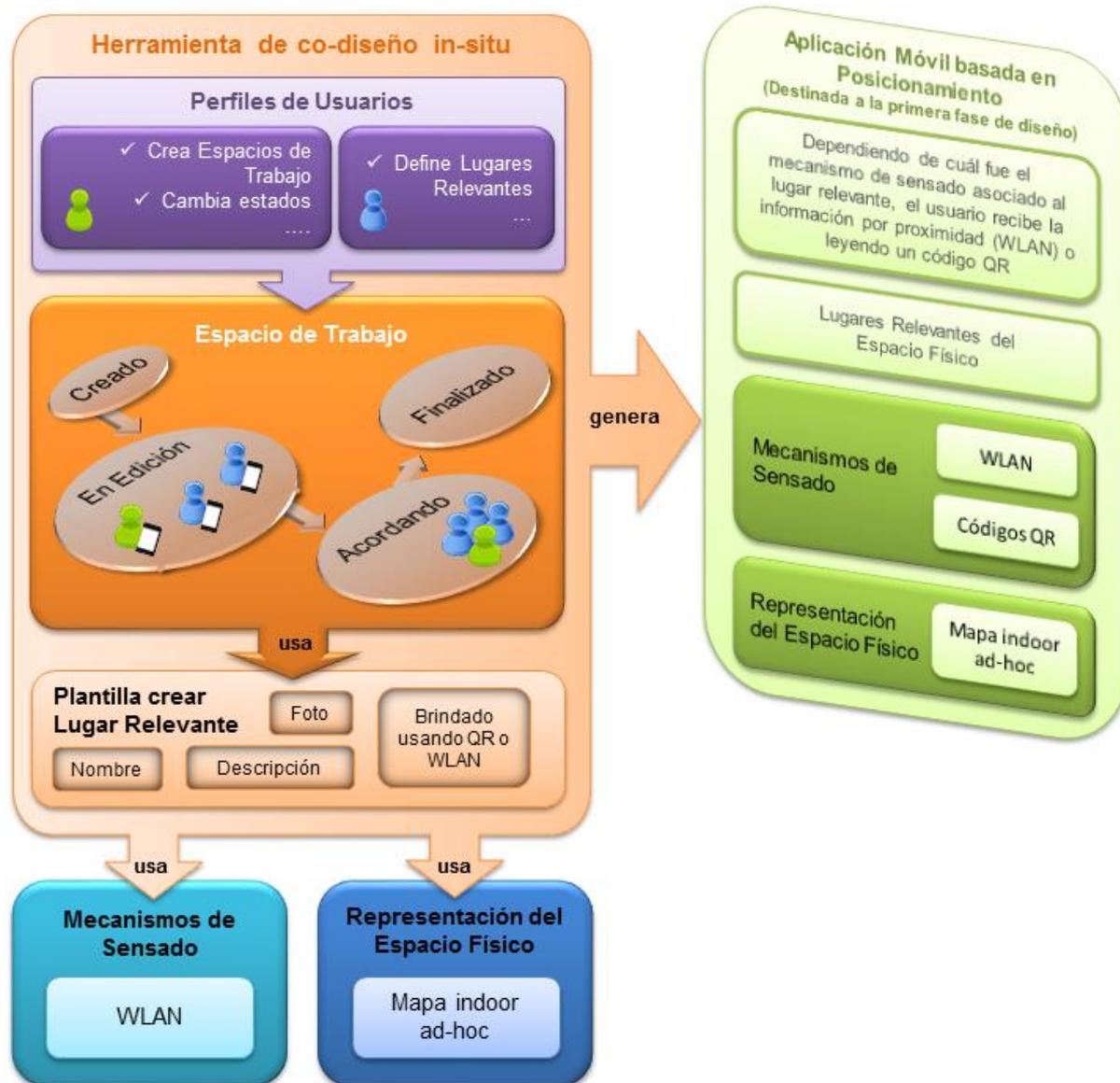


Figura 3.2: Ejemplo de Instanciación del Framework Conceptual propuesto en [Mendiburu 2019].

De esta manera se tienen diseñados las características relevantes de una herramienta de autor particular para crear en este caso aplicaciones que definen lugares relevantes. Esta instanciación es conceptual, el siguiente paso es analizar cómo implementarlo. Estos detalles se analizarán en la siguiente sección, donde se brinda una implementación concreta de este diseño presentado.

3.2.2 Aspectos técnicos de la herramienta de autor usada de base

En esta sección se presenta la implementación de la herramienta de autor definida en [Mendiburu 2019]. Para la misma se usó la instanciación descrita en la Sección 3.2.1 En la Figura 3.3 se presentan la arquitectura de la herramienta mencionada. Se puede apreciar que

la misma está implementada en Ionic⁴ y Apache Cordova⁵, combinada con la API de Situm [Situm] y Firebase⁶.

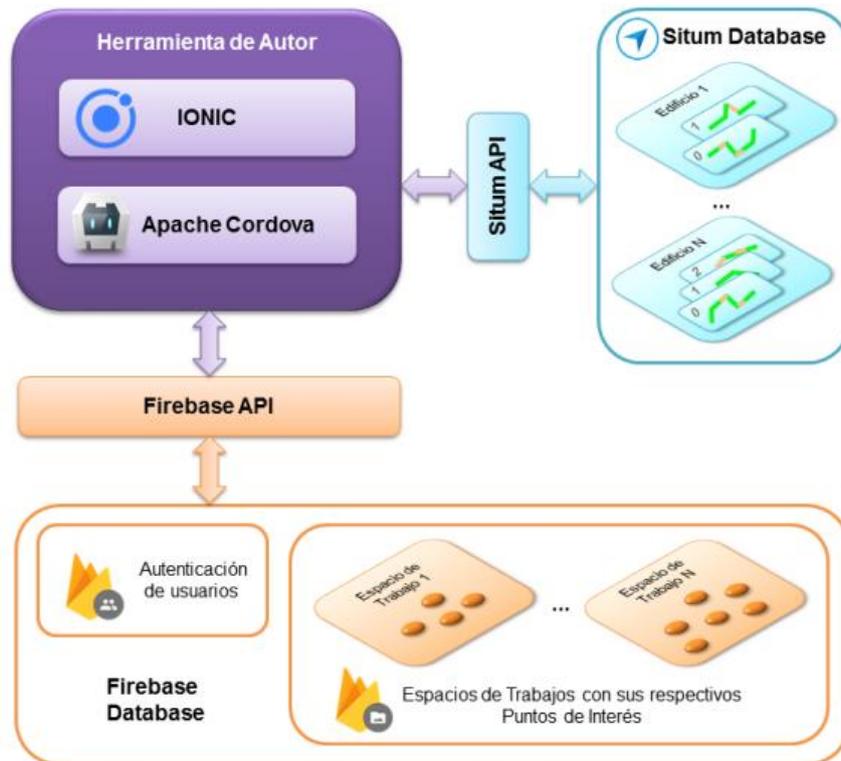


Figura 3.3: Arquitectura de la herramienta de autor desarrollada en [Mendiburu 2019].

A continuación, se describen más detalles de la tecnología utilizada en la arquitectura presentada en la Figura 3.3 acorde a lo mencionado en [Mendiburu, 2019].

- *Ionic-Apache Cordova*. El framework Ionic adquirió una importante madurez en el último tiempo. Es una tecnología basada en Apache Cordova, que permite el desarrollo de aplicaciones móviles híbridas, es decir, que permite el desarrollo abstraerse de las particularidades de una plataforma en particular. Gracias a esto es fácil desarrollar fácilmente una aplicación que puede instalarse en Android, en IOS o en alguna otra plataforma. En [Borrelli et al., 2018] se abre un debate donde se habla en detalle de los beneficios de este tipo de tecnología híbrida.
- *API de Situm*: De esta API se obtiene la información de los edificios y los pisos para poder consumirla. Además, la API de Situm [Situm] es utilizada en la herramienta para obtener la posición actual del usuario. En [Mendiburu, 2019] se entra en detalle sobre el uso de esta herramienta. Para facilitar al lector de este documento ciertos conceptos que podrían ser de interés, se presenta en Anexo A un pequeño resumen del funcionamiento de Situm.
- *Firebase*: Es una plataforma de desarrollo móvil en la nube desarrollada por Google, que brinda varias facilidades que se utilizaron para el desarrollo:

⁴ Página de Ionic: <https://ionicframework.com> (último acceso: 18/08/2020)

⁵ Página de Apache Cordova: <https://cordova.apache.org> (último acceso: 18/08/2020)

⁶ Página de Firebase: <https://firebase.google.com> (último acceso: 18/08/2020)

- Firestore es una base de datos no relacional (NoSQL), de muy baja latencia. En esta base de datos se almacena la información asociada a los espacios de trabajo, incluyendo la información de los diferentes puntos de interés creados y los usuarios participantes de dicho espacio.
- Firebase Authentication Service es un servicio que permite el registro y autenticación de usuarios utilizando diferentes tipos de credenciales como usuario y contraseña, verificación telefónica o login social.
- Firebase provee una SDK disponible para múltiples plataformas como iOS, Android, C++, Unity y Javascript.

Al momento de implementar, algunos aspectos del framework conceptual fueron refinados, por ejemplo, los estados del espacio de trabajo y como estos se relacionan (permitiendo volver a un estado anterior). Esto se puede apreciar en la Figura 3.4.

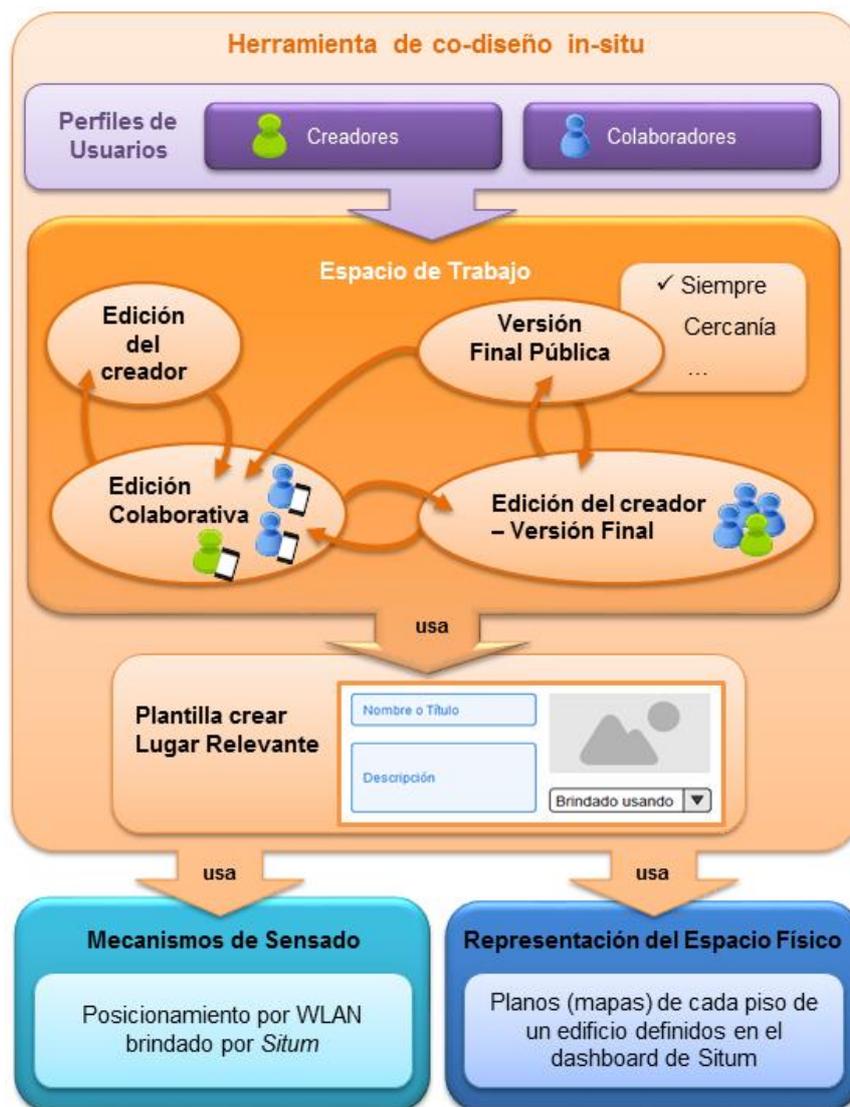


Figura 3.4: Refinamiento de la instancia del framework conceptual al momento de implementar la herramienta [Menduburu, 2019].

3.2.3 Análisis de extensibilidad para soportar la creación de Juegos Móviles basados en Posicionamiento

En base análisis del estado del arte presentado en la Sección 2.5 podemos resumir que se busca contar con una herramienta de autor que brinde soporte a la creación de Juegos Móviles basados en Posicionamiento, que tenga las siguientes características:

- ❖ Permitir la creación de diferentes y variados tipos de Juegos Móviles basados en Posicionamiento.
- ❖ Co-creación mediante la participación de un equipo multidisciplinario.
- ❖ Brindar soporte para la creación en espacios cerrados.
- ❖ Permitir el co-diseño de juegos móviles de manera in-situ.
- ❖ Brindar soporte para realizar experiencias de co-diseño que involucren diferentes estadios.

Si bien una opción es comenzar la implementación de una herramienta de autor desde cero, también está la posibilidad de extender una herramienta existente. De las herramientas analizadas en la Sección 2.5 se pudo apreciar que no están orientadas a las características mencionadas. Por esta razón, se buscó extender una herramienta más general como la presentada en la Sección 3.2.2.

En la Tabla 3.2 se realiza un resumen que refleja cómo la herramienta de autor presentada en [Mendiburu, 2019] puede abordar cada una de las características listadas anteriormente en relación a la herramienta de autor que se desea obtener en esta tesina.

Tabla 3.2: Análisis de la herramienta de autor presentada en [Mendiburu, 2019] en relación a las características buscadas para el objetivo de esta tesina.

Característica buscada	Posible abordaje con la herramienta de autor presentada en [Mendiburu 2019]
Permitir la creación de diferentes y variados tipos de Juegos Móviles basados en Posicionamiento	Al contar con el concepto de plantilla, la herramienta definida en [Mendiburu, 2019] puede ser extendida para brindar soporte a la creación de diferentes y variados tipos de juegos.
Co-creación mediante la participación de un equipo multidisciplinario	La herramienta definida en [Mendiburu, 2019] está diseñada usando el framework conceptual presentado en la Sección 3.1; logrando de esta manera considerar el co-diseño de aplicación móviles, y por lo tanto, esto también puede ser usado para juegos móviles.

Característica buscada	Posible abordaje con la herramienta de autor presentada en [Mendiburu 2019]
<p>Brindar soporte para la creación en espacios cerrados.</p>	<p>La herramienta definida en [Mendiburu, 2019] utiliza la API de <i>Situm</i> [Situm] para representar mapas indoor, los cuales deben ser cargados una sola vez para cada edificio y luego pueden ser accedidos por la herramienta. Además, la API de <i>Situm</i> permite contar con un mecanismo de posicionamiento basado en WLAN. Para cada edificio debe realizarse la calibración de señales, y luego estas pueden ser consumidas para posicionar de manera indoor al usuario. En el Anexo A se describe más nivel de detalle en relación a los mapas indoor y la calibración del espacio para utilizar el posicionamiento indoor mediante la API de <i>Situm</i>.</p> <p>De esta manera, se puede apreciar que la herramienta definida en [Mendiburu, 2019] ya cuenta con un soporte para espacios indoor, el cual puede ser extendido con otros mapas o mecanismos de sensado. Esto podría ser reutilizado en el caso de extender esta herramienta para soportar la creación de juegos móviles, logrando así agilizar los tiempos de desarrollo.</p> <p>Además, todos los edificios que ya fueron cargados y calibrados pueden ser utilizados por una extensión de la herramienta. Por ejemplo, en [Mendiburu, 2019] se menciona la calibración y carga de mapas del edificio de la Facultad de Informática, UNLP.</p>
<p>Permitir el co-diseño de juegos móviles de manera in-situ.</p>	<p>La herramienta definida en [Mendiburu, 2019] está diseñada para crear de manera in-situ, con lo cual toda extensión de la misma podría contar con este funcionamiento.</p>
<p>Brindar soporte para realizar experiencias de co-diseño que involucren diferentes estadios.</p>	<p>La herramienta definida en [Mendiburu, 2019] brinda soporte a esto mediante los estados por los que puede pasar una plantilla. Por lo tanto, al definir plantillas específicas para juegos móviles se podría contar con este soporte de diferentes estadios, y además que los diferentes perfiles de usuarios puedan realizar diferentes acciones en cada uno de ellos.</p>

Se pudo apreciar en la Tabla 3.2 las ventajas de usar la herramienta definida en [Mendiburu, 2019], ya que se cuenta con la implementación de una representación del espacio y un mecanismo de sensado de posicionamiento para espacios indoor. Solo puede ser necesario, en el caso que no esté, cargar mapas indoor y calibrar el edificio. Tiene además la flexibilidad de extender ambos aspectos, la representación del espacio y los mecanismos de sensado.

Además, la herramienta definida en [Mendiburu, 2019] fue diseñada para brindar soporte al co-diseño in-situ contando así actualmente con la filosofía que se busca en la herramienta con la que se desea contar en esta tesina.

Acorde a lo antes mencionado, en relación al análisis realizado en la Tabla 3.2, se pueden observar las ventajas de usar de base la herramienta definida en [Mendiburu, 2019]. Cabe recordar que esta herramienta fue desarrollada para aplicaciones móviles en general, con lo cual para contar con el soporte para Juegos Móviles basados en Posicionamiento se debe hacer una exploración de cuál es la forma más adecuada para implementar plantillas particulares para este tipo de juegos, sus estadios, perfiles de usuarios y acciones que pueden realizar lo mismo. Una primera exploración del co-diseño in-situ de este tipo de juegos es presentado en el próximo capítulo.

Otro aspecto por mencionar para la elección de la herramienta presentada en [Mendiburu, 2019] fue que el autor de esta tesina contaba con los conocimientos de las tecnologías que utiliza la misma; esto permite agilizar no sólo los tiempos desarrollo, sino también poder comprender más fácilmente el código que ya está implementado. Cabe mencionar que este conocimiento ha sido adquirido no solo desde la experiencia laboral sino también al haber participado en distintos proyectos de I+D+i de la Facultad de Informática de la UNLP desde el año 2018 (como se detalla en el Anexo B).

4. Experiencia de co-diseño

En este capítulo se presenta una experiencia de co-diseño in-situ de un Juego Móvil basado en Posicionamiento para poder comprender de primera mano que conlleva co-diseñar este tipo de juegos. Para el abordaje de la experiencia se utilizó un framework conceptual que facilita el co-diseño in-situ de Juegos Móviles basados en Posicionamiento para espacios indoor. Algunas actividades de la experiencia presentada en este capítulo fueron realizadas utilizando la herramienta de autor presentada en [Mendiburu, 2019] y descrita en el Capítulo 3. Finalmente, se analizarán los resultados obtenidos de esta experiencia.

4.1 Definición del abordaje para poner en práctica la experiencia

La actividad de co-diseñar puede ser puesta en práctica de diferentes maneras y utilizando diferentes recursos; algunos ejemplos de cómo llevar a cabo esta actividad fueron presentados en la Sección 2.3. A modo de resumen se puede mencionar que en [Jones et al., 2017] se presentaba una alternativa de co-diseño para juego móvil basado en una búsqueda de tesoros por la ciudad de Luxemburgo; el mismo estaba asistido únicamente por recursos materiales tales como tableros, pines y tarjetas. De forma similar en [Bergen et al. 2018], se describe el proceso de co-diseño realizado por un grupo de adolescentes para desarrollar juegos que permitieran concientizar sobre la privacidad en las redes sociales utilizando solo tarjetas y pizarras. Por último, en [Wake et a., 2018] se presentaba una alternativa para co-diseñar juegos utilizando solo la herramienta de autor SILO. De esta manera se puede apreciar la variada combinación de recursos que se pueden utilizar para llevar a cabo una actividad de co-diseño.

En [Challiol, 2019] se presenta una experiencia de co-diseño in-situ para decidir los lugares relevantes mediante la consigna “*Definir posibles lugares para brindar información en una conferencia que se llevará a cabo en la Facultad de Informática (UNLP)*”. Es de interés describir esta experiencia ya que la misma sirvió de guía para plantear el abordaje de esta sección. Para la experiencia presentada en [Challiol, 2019] se utilizó la herramienta de autor [Mendiburu, 2019] descrita en el Capítulo 3; los participantes definieron individualmente los lugares relevantes utilizando la funcionalidad provista por la herramienta mencionada. Luego, se plasmó esta información en marquetas físicas que tenían los planos de la facultad, cada participante marcó sus lugares con pines acorde al color asignado. Esto se puede apreciar en la Figura 4.1 donde se pueden observar diferentes pines, cada color está asignado a un integrante. Además, se puede apreciar que uno de los participantes está mirando en su celular los lugares relevantes que marcó usando la herramienta.

Una vez plasmados los lugares relevantes en las maquetas físicas, los participantes acuerdan cuáles son los lugares que van a terminar considerando. Se puede observar en la Figura 4.1 una etiqueta redonda verde para indicar esto. Como se menciona en [Challiol, 2019] se tiene una actividad divergente (abre posibilidades de lugares relevantes) y otra actividad convergente (se seleccionan solo algunos lugares relevantes). En [Challiol, 2019] se menciona la posibilidad de combinar el uso de software con otros recursos, por ejemplo, utilizados en *Design Thinking* [Brown, 2008], [Cross, 2011].

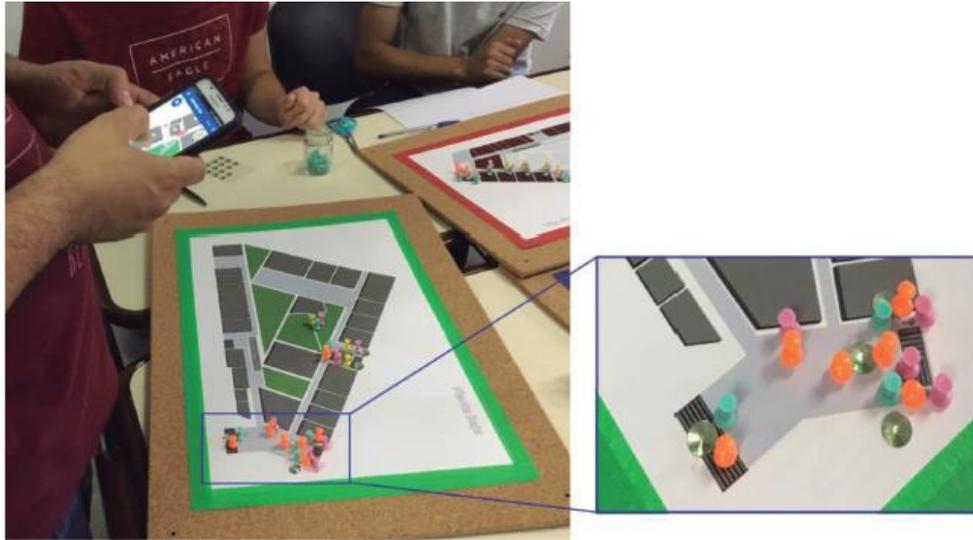


Figura 4.1: Maquetas físicas para plasmar la información recolectada con la herramienta [Challiol, 2019].

Para la experiencia presentada en este capítulo se realiza un abordaje combinando recursos de *Design Thinking* con la herramienta de autor [Mendiburu, 2019]; aprovechando los aprendizajes de la experiencia de co-diseño in-situ de lugares relevantes [Challiol, 2019] mencionada anteriormente. A continuación, se describe brevemente el tema de *Design Thinking* para poder comprender los conceptos básicos relacionados a este tipo de diseño.

Design Thinking [Brown, 2008] es una disciplina de diseño centrado en las personas focalizada en hacer innovación. Cross [Cross, 2011] define lo siguiente “*el término Design Thinking se refiere a los procesos cognitivos del trabajo de diseño, o las habilidades de pensamiento y las prácticas que los diseñadores utilizan para crear nuevos artefactos o ideas y resolver problemas*”. Si bien existen otras definiciones de *Design Thinking*, para esta tesina es de interés el enfoque propuesto por [Cross, 2011]; ya que se plantea como una teoría general de diseño.

A lo largo de los últimos diez años han surgido diferentes frameworks conceptuales para enmarcar la puesta en práctica de este tipo de diseño [Micheli et al., 2019]. Cada uno de estos frameworks cuenta con diferentes fases; más allá de la cantidad o nombres de estas fases, para cada una de estas se pueden utilizar diferentes recursos (técnicas/métodos) o una combinación de estos [Hehn et al., 2018]. En [Carlgren et al. 2016] se plantea que es fundamental enmarcar *Design Thinking* para que tenga sentido para el dominio que se está resolviendo, teniendo que seleccionar el framework más adecuado como así también los recursos a utilizar en cada fase. Esto puede generar que ningún framework de *Design Thinking* existente se ajuste al dominio, y esto implica que se tenga que modificar uno existente o replantear uno nuevo [Carlgren et al. 2016].

Analizando los frameworks conceptuales existentes de *Design Thinking* [Micheli et al., 2019], ninguno se ajustaba exactamente al dominio que se deseaba abordar en este capítulo, el co-diseño in-situ de un Juego Móvil basado en Posicionamiento. Acorde a esto, se decidió resignificar uno existente, en particular, se eligió el framework de *Design Thinking* definido por Design Council [Design Council, 2019]; el cual se conoce como “Doble Diamante” ya que

define una actividad divergente seguida de otra actividad convergente, formando así un diamante, y luego esto se vuelve a repetir otra vez. Este tipo de actividades guardan relación con las actividades planteadas en la experiencia mencionada en relación a la Figura 4.1 [Challioli, 2019].

Del framework de *Design Thinking* definido por Design Council [DesignCouncil] se tomó el concepto de “Doble Diamante” pero las actividades se acondicionaron al co-diseño in-situ de Juegos Móviles basados en Posicionamiento. Este nuevo framework definido busca brindar una posible forma de abordar este tipo de co-diseño para ayudar a los facilitadores de este tipo de experiencias.

El framework conceptual definido para el co-diseño in-situ de Juegos Móviles basados en Posicionamiento se puede apreciar en la Figura 4.2. Cabe mencionar que este framework, así como también un resumen de lo presentado en este capítulo ha sido publicado en [Challioli et al. 2019], en esta publicación ha participado el autor de la presente tesis.

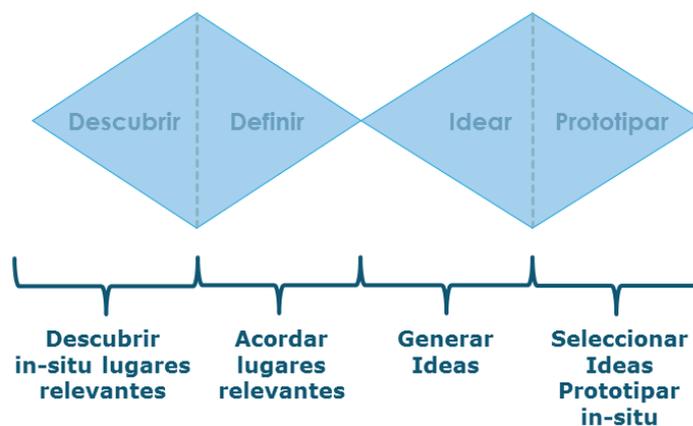


Figura 4.2: Framework conceptual para el co-diseño in-situ de Juegos Móviles basados en Posicionamiento [Challioli et al. 2019].

A continuación, se describen cada una de las fases del framework conceptual de la Figura 4.2:

1. *Descubrir* (actividad divergente). En esta primera etapa se busca definir posibles lugares relevantes que podrían ser de interés para el juego. Es recomendable conducir esta actividad de forma individual in-situ para crear más posibilidades y además lograr que cada participante pueda explorar el espacio físico a su manera de primera mano.
2. *Definir* (actividad convergente). Esta etapa involucra acordar cuáles de todos los lugares relevantes terminan siendo considerados para el juego. Esta actividad es enriquecedora si se realiza grupalmente, permitiendo así a cada integrante del grupo poder contar su visión sobre los lugares relevados. Para conducir esta etapa se puede proveer alguna forma de poder indicar los lugares relevantes acordados.
3. *Idear* (actividad divergente). En esta etapa se buscan generar ideas grupales sobre el funcionamiento y comportamiento que debería seguir el juego. Es recomendable utilizar técnicas como *Brainwriting* [Heslin, 2009], que consiste en escribir ideas en

una hoja, y cada dos o tres minutos esta hoja rotarla a la derecha durante unas cuatro o cinco rondas. Cada participante puede escribir sus propias ideas o leer las ideas de sus compañeros para o bien complementarlas o para fomentar nuevas ideas propias.

4. *Prototipar* (actividad convergente). En primer lugar, el grupo debe decidir cuáles son las ideas definidas en la etapa anterior a prototipar. Técnicas como la realización de una *Matriz Costo-Beneficio* [Matriz_Costo-Beneficio] son recomendables para este proceso. El prototipado de este tipo de juegos debe reflejar cómo el mismo se comporta en cada lugar relevante acordado en la segunda etapa.

De esta manera quedan definidas las dos etapas divergentes y las dos convergente, donde se han mencionado también algunos recursos posibles a utilizar en cada una. Se puede apreciar que el framework conceptual de la Figura 4.2 es general y podría ser puesto en práctica varias veces, utilizando en cada uno de estos recursos diferentes para abordar cada etapa.

4.2 Diseño de la experiencia

En esta sección se describe cómo se diseñó una experiencia concreta conducida usando el framework conceptual definido en la Figura 4.2 (Sección 4.1). Se decidió realizar la experiencia en una única jornada de cuatro horas de duración; y que en ella participarán ocho alumnos de la facultad de informática. Así mismo, se decidió que se iban a separar a los participantes en dos grupos de cuatro integrantes, esto es importante considerarlo a la hora de generar el material para cada etapa del framework.

Cabe volver a mencionar que la herramienta de autor [Mendiburu, 2019] no está preparada para co-diseñar y crear juegos, y solo permite co-diseñar in-situ lugares relevantes. Esto llevó a que la misma sea utilizada en algunas etapas de esta experiencia mientras en otras se utilizaron otros materiales.

A continuación, se mencionan qué recursos se decidieron utilizar para cada una de las etapas del framework conceptual presentado en la Sección 4.1, y qué implicó la preparación de los mismos.

1. *Descubrir* (actividad divergente): Para esta etapa se decidió utilizar la herramienta de autor [Mendiburu, 2019], esto requirió definir dos espacios de trabajo y ocho usuarios. Se crearon tarjetas con los datos de ingreso a la herramienta, como se pueden observar en la Figura 4.3.

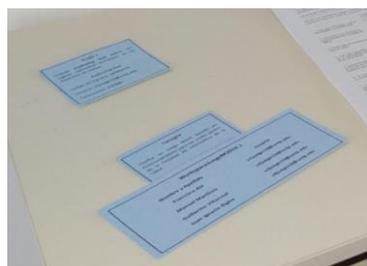


Figura 4.3: tarjetas con información para el login a la herramienta de autor.

Se decidió establecer un tiempo de uso de la herramienta de unos veinte minutos para que los participantes definiesen posibles lugares relevantes del juego. Una vez finalizada la actividad anterior, se decidió usar maquetas físicas para plasmar los lugares relevantes de cada participante. Para esto se prepararon maquetas de cada piso de la facultad, como se muestra en la Figura 4.4. Además, pines de colores uno para cada participante. Considerando que son dos grupos se armaron dos juegos de maquetas como las que se muestran en la Figura 4.4.



Figura 4.4: Maquetas físicas para marcar con pines los lugares relevantes.

2. *Definir* (actividad convergente). Para acordar los lugares relevantes se decidió brindar a los participantes etiquetas pagables para que plasmen sus decisiones sobre las maquetas físicas. Luego, se decidió que los participantes plasmen en la herramienta de autor [Mendiburu, 2019] cuáles lugares relevantes habían sido seleccionados para ser considerados en el juego que se estaba co-diseñando. De esta manera podían ver desde la herramienta los lugares seleccionados.
3. *Idear* (actividad divergente). Se decidió utilizar la técnica de *Brainwriting* [Heslin, 2009], que consiste en escribir ideas en una hoja, y cada dos o tres minutos esta hoja rotarla a la derecha durante unas cuatro o cinco rondas. En la Figura 4.5 se puede apreciar las hojas armadas para uno de los grupos.

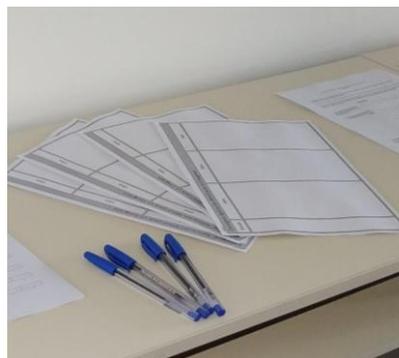


Figura 4.5: Hojas para la actividad de *Brainwriting*.

4. *Prototipar* (actividad convergente): Para esta etapa, se decidió primero utilizar una *Matriz Costo-Beneficio* [Matriz_Costo-Beneficio] para filtrar las ideas, para eso se

armó un afiche para cada grupo con los ejes de la matriz como se puede observar en la Figura 4.6. Además, se prepararon post-it para escribir las ideas que habían surgido de la actividad anterior.

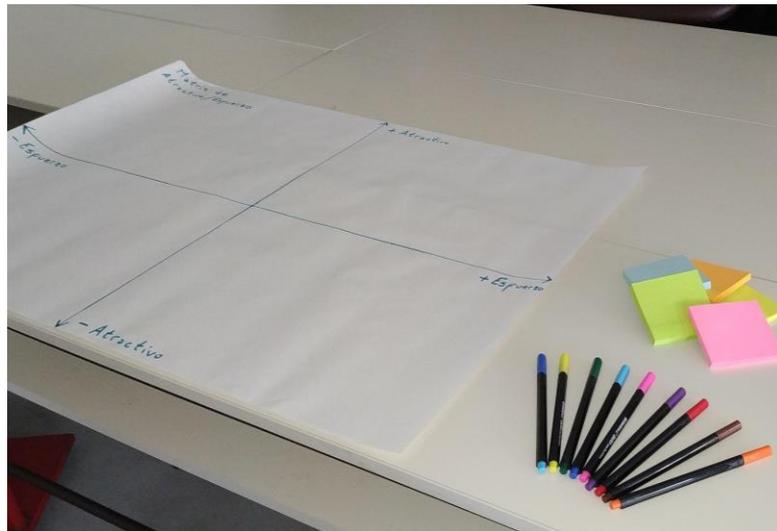


Figura 4.6: Matriz de costo-beneficio para la etapa de seleccionar ideas.

Luego, se decidió que para el prototipo los participantes tuvieran diferentes materiales, para poder ser creativos en la generación de este. Además, se decidió indicarles armar un video mostrando in-situ el prototipo creado para representar lo más realistamente posible cómo se comportaría el juego diseñado. Los materiales brindados se pueden apreciar en la Figura 4.7. Se pensó en contar con dos mesas con los mismos materiales una para cada grupo.



Figura 4.7: Materiales disponibles para el armado del prototipo.

Se puede observar que el diseño de la experiencia conlleva una preparación previa dónde se debe definir qué actividades plantear y los materiales necesarios para llevar a cabo cada una de ellas. Por este motivo es importante saber de antemano la cantidad de participantes de la experiencia.

Tanto para la decisión del framework conceptual, el diseño de la experiencia como la puesta en práctica de la experiencia fueron guiados por la directora de la presente tesina. El autor de la tesina colaboró en la definición del framework y el diseño de la experiencia; mientras que fue participante de la experticia para lograr tener una vivencia que le permitiera conocer en primera persona este tipo de co-diseño.

4.3 Puesta en práctica de una experiencia de co-diseño in-situ

La experiencia de co-diseño in-situ realizada tuvo lugar en el 2019 en la Facultad de Informática (UNLP). La experiencia se realizó con el abordaje diseñado en la Sección 4.2 basado en el framework conceptual de la Sección 4.1. Previamente se generaron y prepararon todos los materiales presentados en la Sección 4.2.

Como se mencionó en la Sección 4.2 la experiencia se diseñó para ocho participantes. En esta oportunidad, al momento de realizar la experiencia, cinco de estos se encontraban en un estadio medio de la carrera; mientras que los tres restantes se encontraban en estadios finales de la misma. Así mismo, estos últimos tres eran los únicos que contaban con conocimientos asociados al diseño y codificación de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento. Es importante conocer el perfil de los participantes para poder introducir en el caso de ser necesario conceptos básicos, también pueden ir variando la cantidad de participantes esto debe ser considerado a la hora del diseño de la experiencia y acondicionar así las actividades. Los ocho participantes se dividieron en dos grupos de cuatro cada uno.

Antes de arrancar la actividad, se realizó una explicación de las características relevantes de la herramienta de autor [Mendiburu, 2019] sin condicionar su uso, pero mencionando aquellos detalles que eran fundamentales conocer para poder realizar las actividades de la experiencia. Por ejemplo, en qué consistía el concepto de espacio de trabajo, que ellos iban a estar colaborando en un espacio de trabajo, etc.

Inicialmente a cada uno de estos grupos únicamente se les dio una consigna: *“Diseñar un Juego Móvil basado en Posicionamiento para ser usado dentro del edificio de la Facultad de Informática (UNLP, Argentina)”*.

En la primera etapa de *descubrimiento* o *descubrir* a cada participante se le indicó instalar la herramienta de autor de [Mendiburu, 2019] en su teléfono, acceder a la herramienta (usando los datos de las tarjetas armadas como se mostró en la Figura 4.3) y luego acceder al espacio de trabajo predefinido para cada grupo.

Cabe mencionar que antes de realizar la experiencia 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 de autor. En la Tabla 4.1 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.

Tabla 4.1. Dispositivos utilizados en la experiencia de co-diseño

Dispositivo	Versión de Android	Cantidad Participante con este dispositivo
Samsung J7 Prime	7	2
Samsung J5 Prime	8	1
Samsung Galaxy S7	8	1
Samsung J7 2016	8.1	1
Samsung Galaxy A8+	9	1
Samsung Galaxy S8	9	1
Samsung Galaxy S9	9	1

Una vez todos estaban en sus correspondientes espacios de trabajo, se les dio la siguiente consigna a los participantes: *“Usando Authoring Tool definir individualmente todos los lugares relevantes que podrían ser de interés para el juego”*. A los participantes se les dio un tiempo de veinte minutos para moverse libremente por la facultad identificando los puntos que creían interesantes para el tipo de juego que tenían que diseñar. Es importante mencionar que los participantes fueron indicados no interactuar entre sí durante este proceso; y que dos personas estuvieron observando el comportamiento de los participantes y realizando registros fotográficos de la misma. En la Figura 4.8 se puede apreciar a dos participantes haciendo uso de la herramienta para definir lugares relevantes.

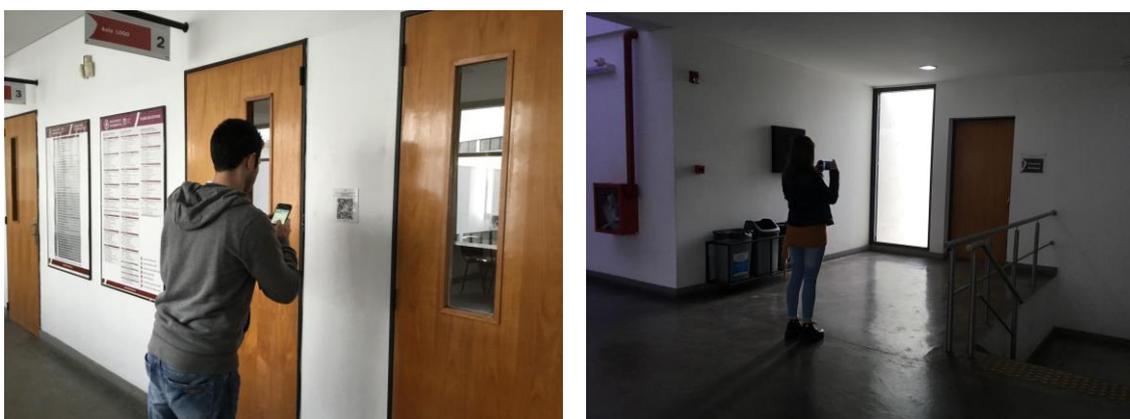


Figura 4.8: Participantes de la experiencia definiendo puntos de interés con la herramienta.

Una vez finalizado el tiempo indicado, los participantes regresaron al punto de encuentro. Para finalizar esta etapa de *descubrimiento*, los dos grupos fueron indicados a marcar con pines en maquetas físicas los lugares relevantes que habían identificado con la herramienta. La Figura 4.9 muestra este proceso; en la misma se pueden apreciar los mapas que fueron provistos a los participantes, uno por cada una de las plantas del edificio de la facultad. En ambos grupos se pudo apreciar varias coincidencias entre los integrantes a hora de definir en algunos lugares.



Figura 4.9: Participantes marcando con pines en el mapa físico los puntos definidos en la herramienta.

La siguiente etapa, fue la etapa de *definición*. El principal objetivo de esta etapa era que los integrantes de los grupos pudieran acordar entre sí cuáles serían los puntos que quedarían en la versión final del juego. Las maquetas físicas fueron de gran importancia en este proceso ya que permitieron a los participantes visualizar fácilmente los puntos coincidentes y así facilitar las decisiones. Cada lugar relevante acordado era marcado con una etiqueta en las maquetas físicas, y además se dejaba visible desde la herramienta de autor. En la Figura 4.10 se pueden ver los puntos decididos, los cuales quedaron marcados con una etiqueta con forma de estrella.

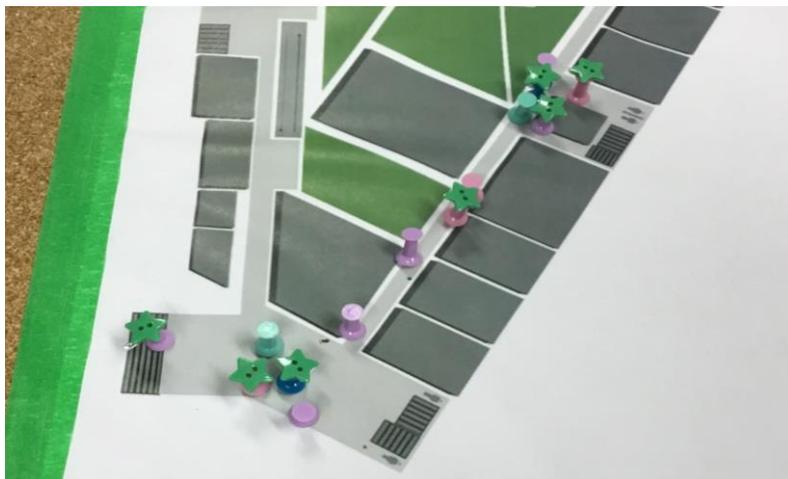


Figura 4.10: Participantes marcando con una estrella los lugares relevantes acordados.

Cabe recordar que la herramienta de autor asocia a cada lugar relevante una foto del lugar; esto permitió en la etapa de acuerdo validar si los integrantes habían visto lo mismo en los lugares relevantes coincidentes.

La tercera etapa fue la de *Idear*. El foco de esta etapa estaba dado en una actividad de *Brainwriting* [Heslin, P.A, 2009]. Cada participante tuvo que escribir ideas en una hoja relacionadas a la consigna inicial dada, y cada dos minutos esta hoja rotaba a la derecha. Esto se puede apreciar en la Figura 4.11. Este proceso se repitió unas cuatro veces; de esta manera cada participante escribió ideas que podrían ser nuevas o estar basadas en ideas escritas por otros participantes pudiendo así mejorarlas o complementarlas. Luego estas ideas fueron escritas en post-it.

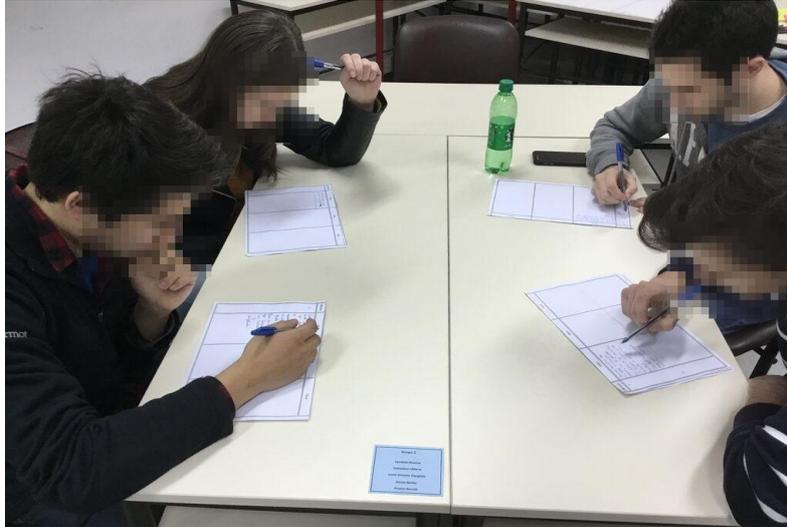


Figura 4.11: Participantes en una ronda de *Brainwriting*.

Para seleccionar cuáles de las ideas se iban a poner en práctica en el prototipo del juego se utilizó una *Matriz de costo-beneficio* [Matriz_Costo-Beneficio]. Los participantes fueron indicados debatir cada una de las ideas pensadas y pegar los post-it en la matriz en un lugar adecuado teniendo cuenta la relación entre su atractivo y esfuerzo; cómo se puede apreciar en la Figura 4.12.

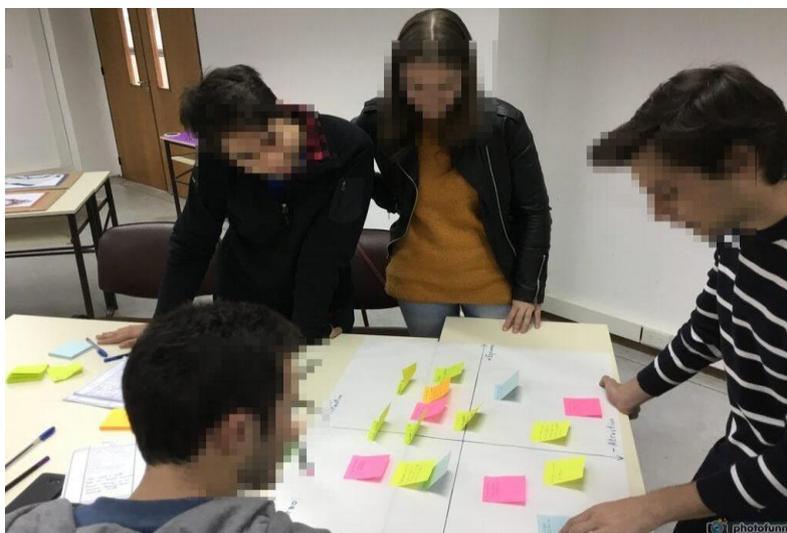


Figura 4.12: Participantes utilizando la matriz de costo-beneficio.

Para la etapa final, de prototipado, cada grupo tuvo que generar un prototipo de un juego móvil basado en posicionamiento usando las ideas y puntos de interés identificados en las etapas anteriores. Para hacer esto, los participantes fueron provistos por varios materiales (como se mostró en la Figura 4.7). Un instante en el prototipado puede observarse en la Figura 4.13. Cada grupo grabó videos que permitían apreciar cómo se comportaría el juego. Para esta etapa a cada grupo se le dio 30 minutos.



Figura 4.13: Participantes prototipando un juego utilizando recursos materiales.

De esta manera queda presentada una experiencia de co-diseño in-situ donde se combinó el uso de la herramienta de autor con recursos de *Design Thinking*.

4.4 Análisis de los resultados obtenidos de la experiencia

En esta sección se analizan los resultados obtenidos de la experiencia descrita en la Sección 4.3. Cabe mencionar que además de las actividades de co-diseño ya descritas los participantes de la experiencia han completado dos formularios con diferentes preguntas (sentencias) que fueron realizadas para recolectar información de su visión de la experiencia. Ambos formularios fueron respondidos de manera anónima ya que el objetivo era poder hacer foco en las vivencias de estos, y que pudieran sentirse libres de expresarse. A continuación, se analizan aquellas preguntas que guardan relación con el objetivo de esta tesina.

El primero de los formularios fue completado cuando los participantes terminaron la primera etapa de *descubrimiento*, luego de utilizar la herramienta de autor para determinar lugares relevantes del juego que se estaba co-diseñando. Y el segundo formulario fue completado al final de toda la experiencia.

Para el primer formulario se buscaba recolectar información con relación al uso de la herramienta de autor para definir lugares relevantes. Para esto, las primeras diez preguntas se correspondían al formulario SUS [Bangor et al., 2009], estas preguntas (sentencias) son detalladas en el Anexo C.

Para poder analizar el resultado del formulario SUS es importante conocer cómo interpretar el resultado que se obtiene. En la Figura 4.14 se detalla la especificación en relación a cómo interpretar los resultados del formulario SUS [Bangor et al., 2009].

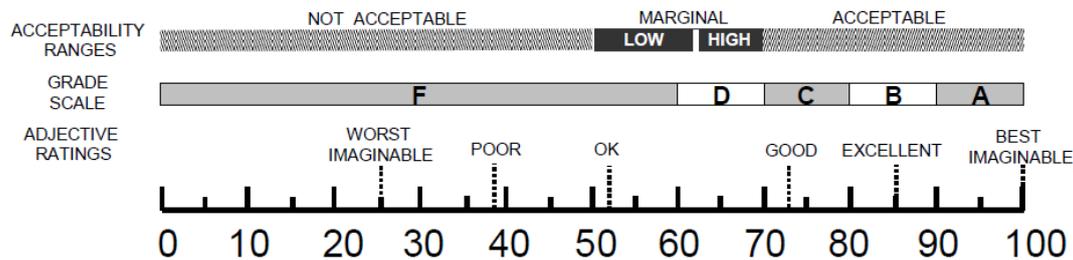


Figura 4.14: Especificación para interpretar los resultados del SUS [Bangor et al., 2009].

En la Figura 4.15 se volcaron en una tabla los puntajes indicados por los participantes, como así también cuánto da la evaluación individual. Además, se realizó un promedio de estos para determinar en base estos ocho integrantes el resultado obtenido. Se han detallado 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	3	4	1	5	2	4	2	5	1	80,0
p2	4	3	3	1	4	2	4	2	4	1	75,0
p3	4	1	4	3	3	2	5	1	5	1	82,5
p4	3	2	4	1	3	3	5	3	4	1	72,5
p5	3	2	4	2	4	2	3	2	4	2	70,0
p6	5	1	5	1	4	1	4	2	5	2	90,0
p7	3	2	5	1	4	1	5	1	5	1	90,0
p8	3	4	3	2	4	1	2	3	3	2	57,5
											77,2

Figura 4.15: Resultado del formulario SUS completado por los participantes al finalizar la experiencia de uso de la herramienta.

El resultado obtenido del SUS es de 77,2 como se puede apreciar en la Figura 4.15. Según los parámetros de interpretación de la Figura 4.14, se puede observar que el nivel de usabilidad es aceptable, alcanzando lo que los autores marcan en [Bangor et al., 2009] como dentro del grado de “bueno”. Es importante mencionar que esta evaluación de la herramienta con ocho participantes no es concluyente, pero permite obtener una apreciación de la vivencia de los mismos. Además, se quería analizar el uso de la misma, pero en el dominio de un juego, dado que esta herramienta solo posee la posibilidad de crear lugares relevantes.

El resultado obtenido del SUS (Figura 4.15) es prometedor para usar esta herramienta y extenderla para el uso de juego. Analicemos ahora algunas otras preguntas del primer formulario. Las preguntas estaban redactadas como sentencias, las cuales se respondían indicando un número en un rango de valores, los cuales iban de 1 (completamente en desacuerdo) a 5 (completamente de acuerdo). Esto se decidió de esta manera para continuar con el formato propuesto por las sentencias del formulario SUS. Además, en el caso de indicar

que algún ítem le había resultado complejo o habían tenido algún inconveniente se les indicaba en el formulario describir en palabras qué había acontecido; esto solo se hará mención en los casos que sea relevante.

La primera sentencia que se plantea después del SUS plantea lo siguiente “*Me resultó complejo utilizar la herramienta de autor*”. En la Figura 4.16 se pueden apreciar los resultados obtenidos, se puede observar que todos los participantes manifestaron no ser complejo el uso de la herramienta; esto es fundamental a la hora de plantear la extensión de esta herramienta para el co-diseño de juegos.

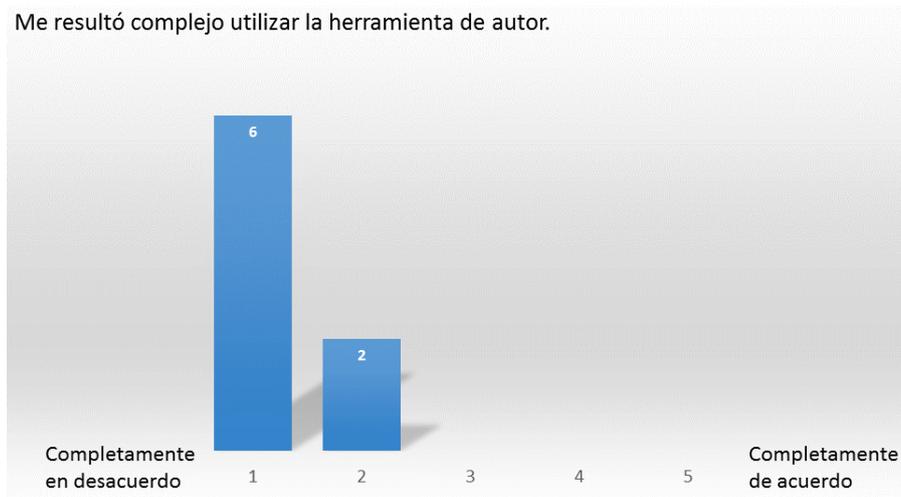


Figura 4.16: Resultado de la sentencia “*Me resultó complejo utilizar la herramienta de autor*”.

Luego se deseó conocer información respecto a si hubo factores del ambiente que influyeron en la concentración al usar la herramienta de autor; esto es fundamental a la hora del co-diseño in-situ. Se pueden observar en la Figura 4.17 las respuestas brindadas por los participantes.

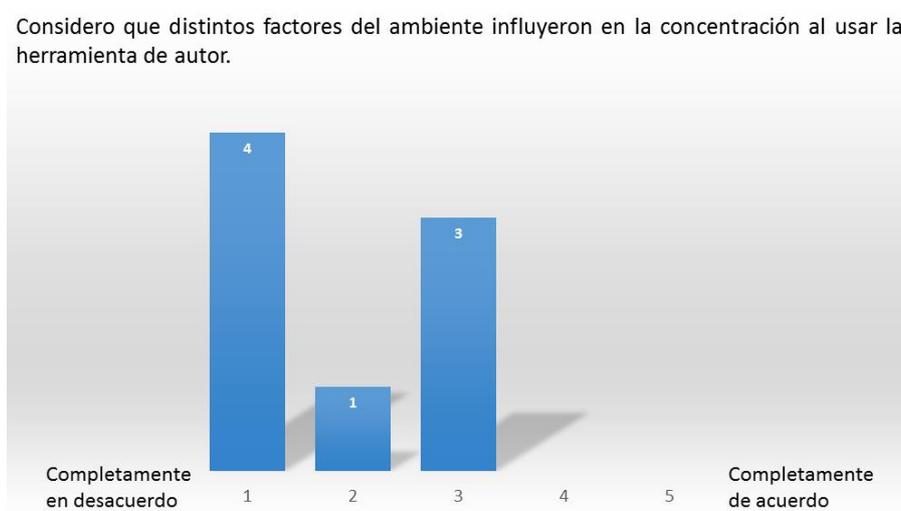


Figura 4.17: Resultado de la sentencia “*Considero que distintos factores del ambiente influyeron en la concentración al usar la herramienta de autor*”.

Es de interés analizar de la Figura 4.17 aquellos casos que han seleccionado el valor “3” para conocer en detalle qué indicaron los participantes sobre cuáles fueron estos factores. Al analizar la información que ampliaron los participantes nos encontramos con lo siguiente:

- *“Alumnos de la facultad”*
- *“Llegada de mensajes, mails, distintas notificaciones”*
- *“Problemas de conectividad”*

Es interesante apreciar que a los tres participantes los desconcentraron factores diferentes, de hecho, “los alumnos de la facultad” solo fue un factor destacado por uno de los participantes y no por el resto. Estos son factores a considerar en la medida que puedan ser manejados en futuras experiencias de co-diseño, por ejemplo, organizarlas en momentos donde haya poca gente externa recorriendo los espacios físicos.

Además, nos interesaba conocer respecto a la complejidad a la hora de identificar lugares relevantes; los resultados en relación a este tema se pueden apreciar en la Figura 4.18.

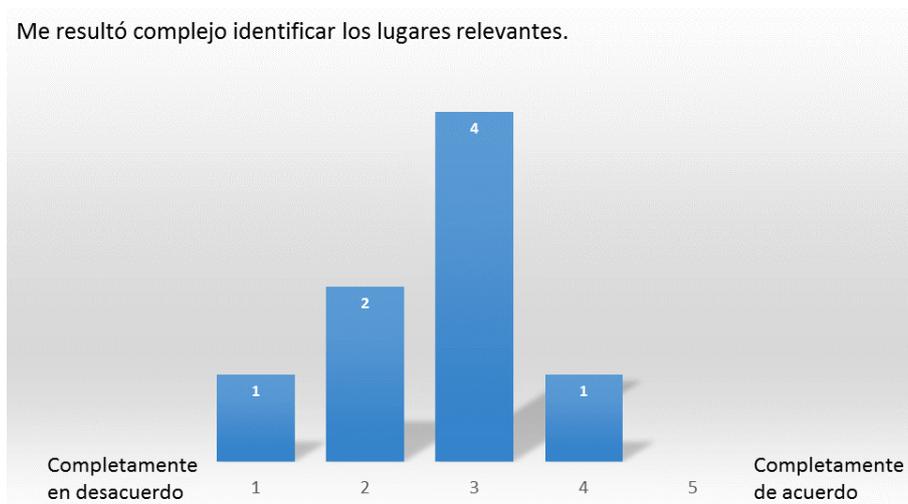


Figura 4.18: Resultado de la sentencia “Me resultó complejo identificar los lugares relevantes”.

En este caso de la Figura 4.18, a un participante le resultó complejo ya que indicó un valor “4”. Cuando vamos a la descripción que brindó con relación a esta sentencia el participante indica que *“la complejidad se debió a la gran cantidad de lugares que tiene la facultad”*, y esto complejiza todos los posibles a elegir. Por otro lado, cuatro participantes indicaron una complejidad media (valor “3”); en relación con esta sentencia los participantes que indicaron esta complejidad se debió a lo siguiente:

- *“La complejidad estaba dada al no poder ubicar correctamente el marker dónde se deseaba”*
- *“No saber qué podría ser interesante para un juego”*
- *“No tener claro qué se considera relevante y qué no”*
- *“¿Relevantes para qué?”*

Se puede observar de las respuestas anteriores que toda gira en relación a qué se considera relevante. En este punto es interesante destacar que los participantes marcaban en este paso

lugares relevantes sin conocer aún que se iba a tratar el juego, tal vez estas experiencias de co-diseño pueda cambiarse el orden de las actividades para que sea más claro qué se está ubicando en cada lugar. Esto deja abierta la posibilidad, por ejemplo, de tener preguntas planteadas y luego ir definiendo posibles lugares a brindarlas. O tal vez las preguntas contextualizadas a lugares cobran más sentido y es más claro dónde ubicarlas.

En relación a la respuesta “*La complejidad estaba dada al no poder ubicar correctamente el marker dónde se deseaba*”, es interesante destacar que la herramienta no permitía mover el marker y esto en algunos casos hacía que la posición actual difiera de dónde se quería ubicar realmente el marker. Esto fue un comentario de todos los participantes, más allá que no lo marcaron como una complejidad, se tendrá en consideración en futuras extensiones para mejorar la experiencia de usuario.

Analicemos ahora las respuestas en relación con el segundo formulario, el cual fue completado al final de la experiencia. La primera sentencia por analizar es la complejidad para acordar con el resto del grupo cuáles eran los lugares relevantes para considerar en la aplicación final del juego; las respuestas se reflejan en la Figura 4.19. Solo una persona indicó un valor “3” que sería una complejidad media, y detalló que la complejidad estaba dada por: “*ponernos de acuerdo porque elegir cada una, había diferentes criterios, pero se pudo acordar rápido*”. Esto es un factor presente en el co-diseño ya que en el consenso depende de cómo estén conformados los grupos es la dificultad para ponerse de acuerdo.

Me resultó complejo acordar con el resto del grupo cuáles eran los lugares relevantes a considerar en la aplicación final del juego.

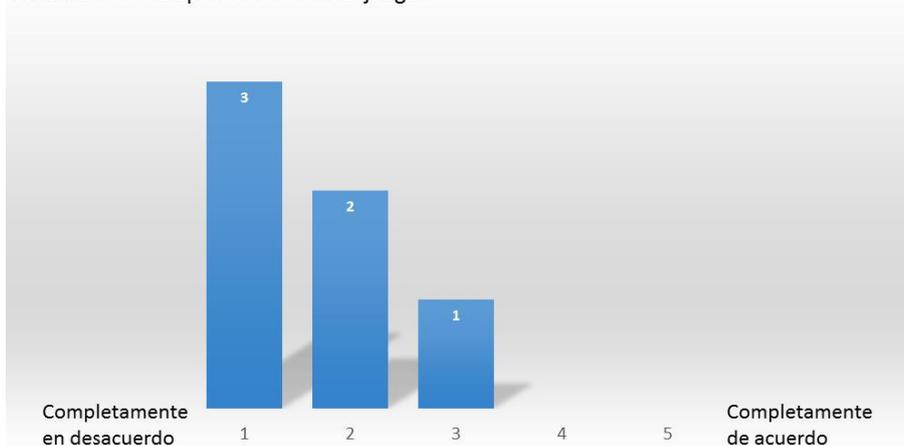


Figura 4.19: Resultado en relación a acordar con el resto del grupo los lugares relevantes a considerar en la aplicación final del juego.

Por otro lado, se planteó la sentencia “*Me resultó complejo pensar ideas para el juego que se está diseñando*”, en la Figura 4.20 se puede apreciar los resultados. Claramente hay dos participantes cuyas respuestas son interesantes analizar, y son los dos que indicaron el valor “5”. Estos participantes detallaron:

- “*No sabía hacia dónde iba orientado el juego*”
- “*Me costó mucho poner ideas distintas en cada iteración*”

Se puede observar de lo antes mencionado que por un lado la complejidad está dada al ser tan amplio el tema; pero además puede que la complejidad sea pensar en tan poco tiempo

del *Brainwriting* nuevas ideas distintas en cada iteración. En cuanto a los dos participantes que indicaron valor “3” en la Figura 4.20 coinciden en la complejidad a la hora de generar ideas. Esto puede ocurrir en participantes que no están acostumbrados a este tipo de dinámicas.

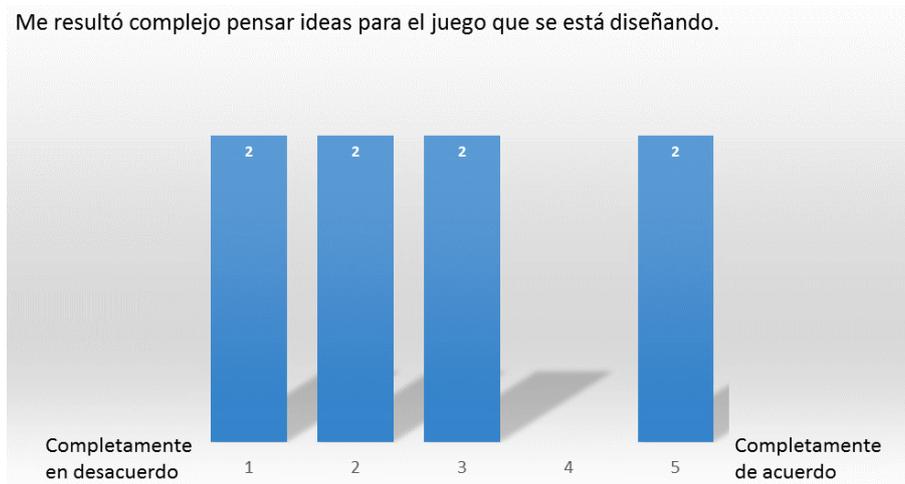


Figura 4.20: Resultado de la sentencia “Me resultó complejo pensar ideas para el juego que se está diseñando”.

Otra de las sentencias planteada estaba relacionada con la matriz de atractivo/esfuerzo, los resultados de la misma se pueden observar en la Figura 4.21; en este caso se ve que cinco participantes indicaron poca o nula complejidad, sin embargo, dos de ellos le resultó complejo.



Figura 4.21: Resultado en relación a la complejidad en la matriz de atractivo/esfuerzo.

A continuación, se detalla las descripciones brindadas por los participantes que marcaron complejidad en la Figura 4.21:

- El participante que indicó el valor “5” indicó *“No sabíamos bien qué significaba atractivo y esfuerzo”*.
- El participante que indicó el valor “4” mencionó *“Me costó pensar qué ideas eran más atractivas que otras”*.

- El participante que indicó el valor “3” detalló “*Costó lograr consenso, pero finalmente se logró*”.

Se puede observar que muchas veces los acuerdos pueden ser conflictivos en algunos grupos; sin embargo, esto resultó una complicidad para uno de los participantes. A veces la relevancia tiene la complejidad que si no se conoce mucho el destinatario del juego esto puede resultar complejo de ubicar. Estos son emergentes normales en las etapas de co-diseño, y el rol del facilitador cumple un rol central para guiar o mediar en algunos casos.

De esta manera quedaron analizados los resultados más interesantes acorde al objetivo de esta tesina, y que podría aportar para comprender más sobre la temática de co-diseño de juegos.

A continuación, se mencionan algunas lecciones aprendidas o detalles que son de interés mencionar:

- El rol del facilitador es muy importante, primero debe establecer las actividades a realizar, pero además ir observando al grupo realizar cambios que emerjan. Por ejemplo, para la actividad *Brainwriting*, el facilitador redujo el tiempo de cada ronda para mantener la dinámica y la motivación de los participantes. Para hacer eso, es de interés conocer cómo van avanzando los participantes y en consecuencia ajustar las actividades. Aquí se puede ver cómo el facilitador detecta qué les costaba definir ideas, y esto luego fue confirmado con el resultado de la sentencia planteada de la Figura 20.
- Los dos grupos que participaron de la experiencia descrita en la Sección 4.2, sin conversar entre sí, llegaron a varios resultados comunes que incluyeron el uso de un contador de tiempo para los juegos, así como mecanismos de puntajes a los jugadores. Esto es interesante destacar cómo características que emergen al pensar en juegos.
- Se pudo experimentar la puesta en práctica de un co-diseño que mezcla software con otros recursos, esto permite apreciar cómo algunas actividades son más creativas cuando no están las limitantes del software; como acontece a la hora de diseñar el prototipo.
- Si bien en la experiencia descrita en la Sección 4.2 se utilizó software, esto podría tranquilamente reemplazarse por mapas impresos en los cuáles lo que cada participante marca los lugares relevantes. Al conversar con los participantes el uso de la herramienta les fue motivador en esa etapa de descubrimiento, podría ser que esto acontezca de esta manera por el perfil de los participantes.
- En la experiencia de la Sección 4.2 se llega a un prototipo papel que llevaría tiempo de desarrollo poderlo poner en práctica. Por eso en esta tesina se busca lograr contar con juegos móviles funcionando como resultado de la experiencia de co-diseño.
- La preparación del espacio y los materiales es tan esencial como el rol de facilitador. Los materiales de cada actividad son fundamentales para el éxito de este tipo de

experiencias. Por ejemplo, se distribuyeron las mesas para que los participantes tengan lugares para moverse, esto también permite que los mismos estén cómodos a la hora de desarrollar las distintas actividades.

- También es importante recolectar información de las vivencias de los participantes para poder entender cómo ellos lo viven, qué dificultades tienen, etc. Y esto poderlo usar como aprendizaje para futuras experiencias de co-diseño.

De esta manera se ha explorado cómo poder abordar una experiencia de co-diseño in-situ de un Juego Móvil basado en Posicionamiento y se han logrado identificar algunas características en relación a qué conlleva co-diseñar este tipo de juegos. Si bien cada experiencia de co-diseño tiene sus particularidades con esta presentada en este capítulo se buscó aprender sobre el abordaje de las mismas, para luego poder plantear una primera extensión de la herramienta de autor como se presenta en el Capítulo 5.

5. Primera extensión de la herramienta para brindar soporte a un tipo de juego

En este capítulo se presenta la primera extensión ad-hoc realizada a la herramienta de autor de [Mendiburu, 2019]. Esta extensión permite crear desde la herramienta un tipo específico de juego móvil basado en posicionamiento que se describirá en detalle en este capítulo. Adicionalmente, se presenta una experiencia de co-diseño in-situ de un juego móvil utilizando la versión extendida de la herramienta, y luego se describe una experiencia donde distintos usuarios pudieron utilizar el juego co-diseñado con esta primera extensión.

5.1 Etapas de diseño de la primera extensión ad-hoc de la herramienta

El principal objetivo de la primera extensión de la herramienta de autor fue explorar cómo brindar soporte al co-diseño in-situ de Juegos Móviles basados en Posicionamiento desde un artefacto de software. En este proceso se tuvieron en cuenta las lecciones aprendidas durante la experiencia de co-diseño presentado en el capítulo anterior, considerando que en algunos casos ciertas actividades requieren soporte de otros recursos pero que simultáneamente pueden ir siendo asistidos por un software, en nuestro caso la herramienta de autor.

En esta primera extensión ad-hoc se optó por implementar la posibilidad de co-diseñar un tipo particular de Juego Móvil basado en Posicionamiento, y que al final del proceso de co-diseño se cuente con un juego funcional que pueda ser utilizado por usuarios.

En [Weyns et al., 2015] se plantea que lograr soluciones escalables establece primero la exploración de soluciones ad-hoc que permitan incorporar el conocimiento, determinar aspectos comunes y puntos de variabilidad; para luego poder contar con la maduración para obtener soluciones escalables y flexibles. Por este motivo se decidió que la extensión planteada pase por un proceso de maduración similar, en este capítulo se presenta una extensión ad-hoc y luego en el Capítulo 6 se prosigue con una extensión más escalable.

Cabe mencionar que un resumen de lo presentado en este capítulo fue presentado en la publicación [Challiol et al., 2020]; si bien de esta publicación participaron varios autores es importante destacar que la extensión ad-hoc fue desarrollada exclusivamente por el autor de esta tesina.

La extensión ad-hoc de la herramienta supuso un proceso iterativo compuesto por tres etapas. Una etapa de definición, una de implementación, y por último una de pruebas o testeo. Se realizaron dos iteraciones en donde se fue mejorando el funcionamiento y cambiando algunos aspectos definidos en pos de mejorar la experiencia de co-diseño y lo que se obtenía una vez finalizada la misma. En la Figura 5.1 se esquematizan las etapas que se realizaron para lograr obtener la primera extensión ad-hoc de la herramienta.

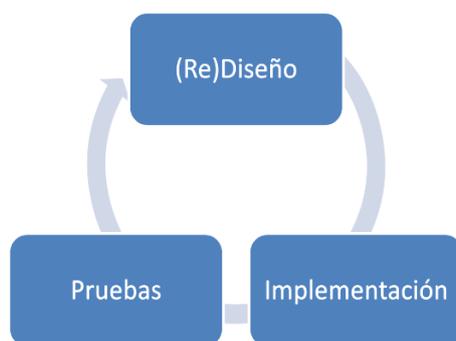


Figura 5.1: Etapas del proceso de extensión.

A continuación, se describen cómo fueron abordadas las etapas presentada en la Figura 5.1. En la primera etapa, la de diseño, se tomaron las decisiones respecto al tipo de juego a desarrollar. Es importante mencionar que el objetivo de esta primera extensión fue lograr integrar un juego simple funcional, sin que este tenga mucho impacto en el funcionamiento y en el código de la herramienta de autor presentada en el Capítulo 3. Esto fue crítico a la hora de definir cómo se comportaría el juego y cómo haría uso de las funcionalidades e interfaces ya existentes en la herramienta.

En esta etapa se decidió cómo funcionaría el juego en su versión final una vez co-diseñado. La Tabla 5.1 muestra de forma resumida las características principales definidas para este juego, junto a la etapa dónde surgió cada característica. Se puede apreciar en la Tabla 5.1 que alguna funcionalidad surgió en la etapa de diseño en la primera iteración, mientras otras en un rediseño en la segunda iteración; esto tuvo lugar de esta manera ya es una vez finalizada la primera iteración se detectó cierta funcionalidad para mejorar la puesta en práctica de los juegos co-diseñados con la misma.

Tabla 5.1: Características de Juego definidas

Etapas	Característica del Juego
Diseño (Primera Iteración)	Un conjunto de preguntas de tipo verdadero o falso posicionadas en el espacio físico. Para contestar estas preguntas sería necesario que el usuario se acerque a los puntos marcados en el mapa.
Diseño (Primera Iteración)	Un contador de tiempo, visible al usuario, para medir el tiempo tardado en completar el juego.
Diseño (Primera Iteración)	Un sistema de puntos por preguntas bien contestadas. En particular, se darían 50 puntos por cada pregunta bien contestada. Las preguntas mal respondidas no restan puntos.
Diseño (Primera Iteración)	Un podio de puntajes obtenidos dónde se considera tanto el puntaje logrado como el tiempo gastado durante el juego.

Etapa	Característica del Juego
Rediseño (Segunda Iteración)	Un sistema de finalización de juego. Para finalizar sería necesario que el usuario ingrese un código que se le entregaría tras contestar todas las preguntas. El objetivo de esto era garantizar que todos los jugadores comiencen y terminen el juego en el mismo lugar.
Rediseño (Segunda Iteración)	Modificar la forma en que se muestran las preguntas en el mapa para distinguir las preguntas contestadas sobre aquellas restantes.

En la etapa de implementación se realizó la codificación de este juego sobre la herramienta de autor [Mendiburu, 2019]. Es importante mencionar que el proceso de codificación no implicó únicamente lograr un juego funcional, sino también agregar la lógica para poder co-diseñarlos. Todo este proceso requirió, además, refactorizar parte del código de la herramienta para poder facilitar la integración y reutilización de funcionalidades provistas en el código.

En la etapa de testeo, se realizaron pruebas in-situ grupales e individuales para validar el funcionamiento deseado tanto a la hora de co-diseñar como a la hora de jugar. En particular, para esta primera extensión ad-hoc se realizaron dos iteraciones de las etapas presentadas en la Figura 5.1.

5.2 Descripción de la extensión realizada

Para lograr la primera extensión de la herramienta de autor de [Mendiburu, 2019], se decidió definir una *plantilla* denominada “*Juego Móvil con Preguntas Posicionadas Verdadero-Falso*”. La Figura 5.2 muestra una representación gráfica conceptual sobre cómo se realizó la instanciación del framework conceptual presentado en la Figura 3.1 (de la Sección 3.1) aplicando los nuevos conceptos introducidos por esta plantilla. Se puede apreciar que la Figura 5.2 es muy similar a la presentada en la Figura 3.4 para la herramienta de autor que tiene la plantilla de “*Lugares Relevantes*”.

En la Figura 5.2 se puede apreciar que hay ciertos componentes que se mantienen de la herramienta original tomada de base. En primer lugar, se mantienen los mismos dos perfiles de usuarios, *creador* y *colaborador*, así como las mismas cuatro etapas del espacio de trabajo, aunque en esta plantilla con nuevas características. Así mismo se mantiene el uso de *Situm* como mecanismo de sensado y como representación del espacio físico. Esto permite agilizar los tiempos de desarrollo para focalizarnos en la funcionalidad propia de la plantilla “*Juego Móvil con Preguntas Verdadero-Falso*”.

Cabe mencionar que la gran diferencia entre la plantilla “*Lugares Relevantes*” y la plantilla “*Juego Móvil con Preguntas Posicionadas Verdadero-Falso*” es que para esta última se debe implementar toda la funcionalidad mencionada en la Tabla 5.1 para contar al final de la etapa de co-diseño con un juego que sea funcional, es decir que pueda ser jugado por usuarios.

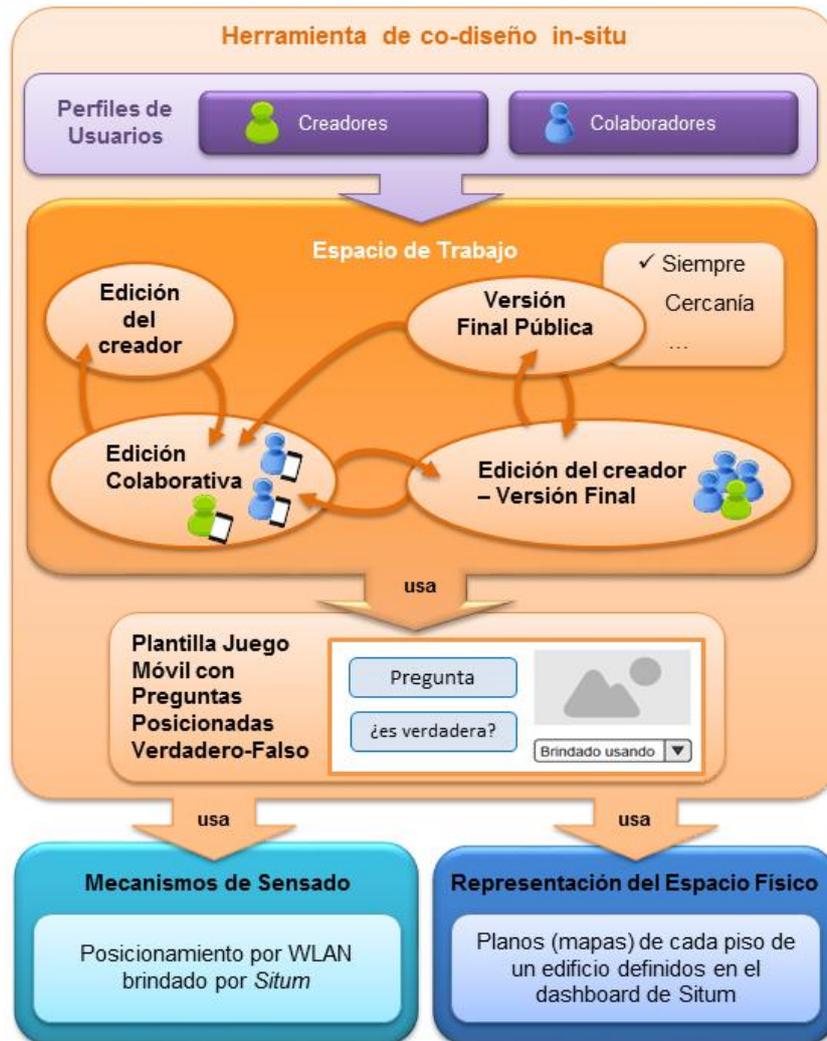


Figura 5.2: Instanciación del framework conceptual para la primera extensión ad-hoc.

En [Mendiburu, 2019] se brindan detalles a nivel de instanciación del framework conceptual y de implementación de la herramienta, pero no se presenta un diagrama de clases UML sobre los conceptos relacionados con la herramienta. Por este motivo, se decidió identificar los conceptos claves de la herramienta y plasmarlos en un UML para poder documentar mejor la extensión realizada. De esta manera se busca poder describir cómo la nueva plantilla se integra a los conceptos existentes de la herramienta. Para generar este UML de los conceptos de la herramienta se analizó el código de la herramienta y se leyó la documentación asociada a la misma [Mendiburu, 2019]. Cabe mencionar que los diagramas UML se usan con el fin de facilitar la documentación y explicación de cada concepto, no se hace foco, por ejemplo, en mostrar en el diagrama los métodos de cada clase.

A continuación, se presentan los diagramas de clases UML que tienen representados tanto los conceptos de base de la herramienta como los nuevos conceptos incorporados en esta primera extensión. Para identificar claramente las clases existentes de las incorporadas en esta primera extensión se decidió presentar en gris los conceptos existentes en la herramienta, mientras que los conceptos incorporados con esta primera extensión se representan con color celeste.

Si bien hay muchos conceptos relacionados al sensado y la representación del espacio; en particular los diagramas de clases UML se focalizan en las plantillas y cómo las mismas se instancian para generar así distintos tipos de espacio de trabajo.

En la Figura 5.3 se puede apreciar el diagrama de clases UML asociadas al concepto de *templates* de workspaces o *Espacio de Trabajo*. En primer lugar, es importante mencionar a la clase *TemplateWorkspace*, la cual define el comportamiento mínimo que todo *Espacio de Trabajo* debería cumplir dentro de la herramienta. Cada uno de estos *templates*, se caracteriza además por contar un conjunto de usuarios, los cuales podrían llegar a tener diferentes roles (modelados con la clase *Rol*) y realizar diferentes acciones (modelados con la clase *Action*) en distintos estados del proceso de co-diseño. Tanto la clase *Rol* como *Action* podrían ser extendidas, en este caso por simplicidad solo se deja detallado el concepto. En el caso de los estados se especifican los cuatro que tenía la herramienta de autor.

En la herramienta base presentada en [Mendiburu, 2019], se describe el concepto de un tipo de template de workspace que permite que usuarios colaborativamente pudieran crear lugares de interés en el espacio físico. Para este diagrama se decide modelar la clase *RelevantPlacesTemplate* en base a este concepto como se presenta en la Figura 5.3. Además, con esta primera extensión de la herramienta se plantea crear un nuevo tipo de template que denominaremos *TrueFalseGameTemplate*, el cual resuelve el comportamiento de juego planteado en la Sección 5.1, y representa la funcionalidad relacionada a la plantilla “*Juego Móvil con Preguntas Posicionadas Verdadero-Falso*” mencionada anteriormente.

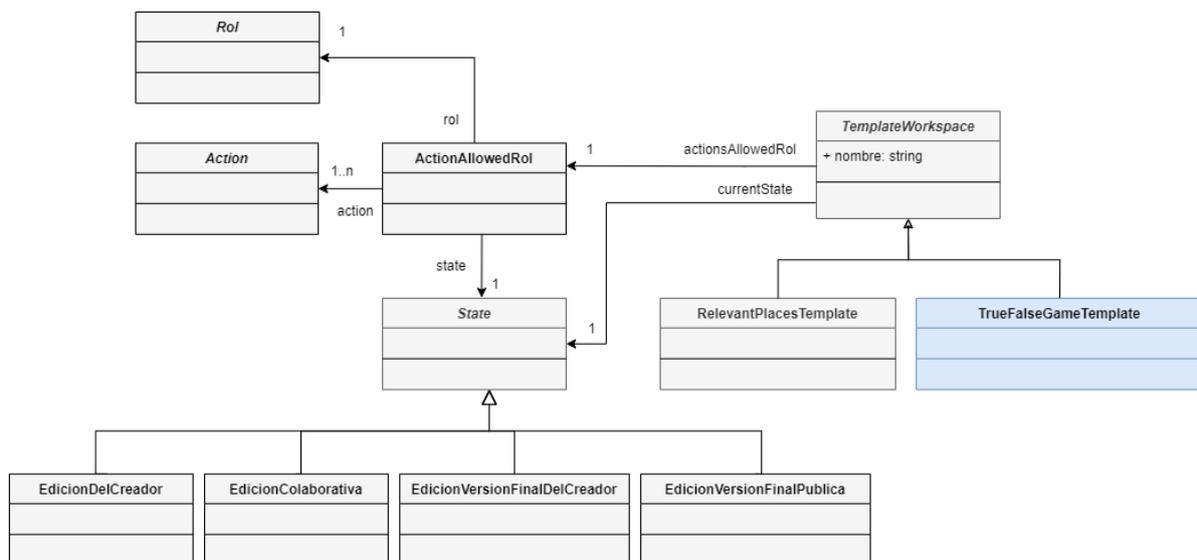


Figura 5.3: Modelo UML asociado a los templates de los workspaces de la herramienta.

Otro concepto que se identifica en la herramienta es que en cada posición se podrían definir diferentes elementos; la herramienta contaba con el concepto de lugar relevante. En el caso de la extensión se incorpora el concepto de preguntas posicionadas verdadero-falso. Estos conceptos establecen qué debe completar el usuario en cada posición, acorde a esto se decidió modelar el concepto de template (plantilla) de *Pol* (Punto de Interés) como se puede apreciar en la Figura 5.4. En primer lugar, se debe mencionar la clase *PolTemplate* que define el template para definir cómo se crearán y visualizarán los contenidos asociados a los puntos

de interés. Un *TemplateWorkspace* podría contar con diferentes *PoiTemplate* permitiendo así generar diversos contenidos que el usuario luego consumirá. En la herramienta base solo se brindaba la posibilidad de poder crear puntos de interés representando lugares relevantes, donde el usuario podía asociar una imagen y un texto al Poi. Este concepto en la Figura 5.4 se representa con la clase *RelevantPlacePoiTemplate*. Con la extensión presentada en este capítulo se creará además el template *QuestionTemplate*. Si bien en este estadio únicamente se permitirá la creación de preguntas del tipo Verdadero-Falso, se opta por dejar abierta la posibilidad de crear diferentes tipos de preguntas con la clase *QuestionTypeTemplate* (esto cumple con el patrón de diseño *Type Object* [Johnson and Woolf, 1997]).

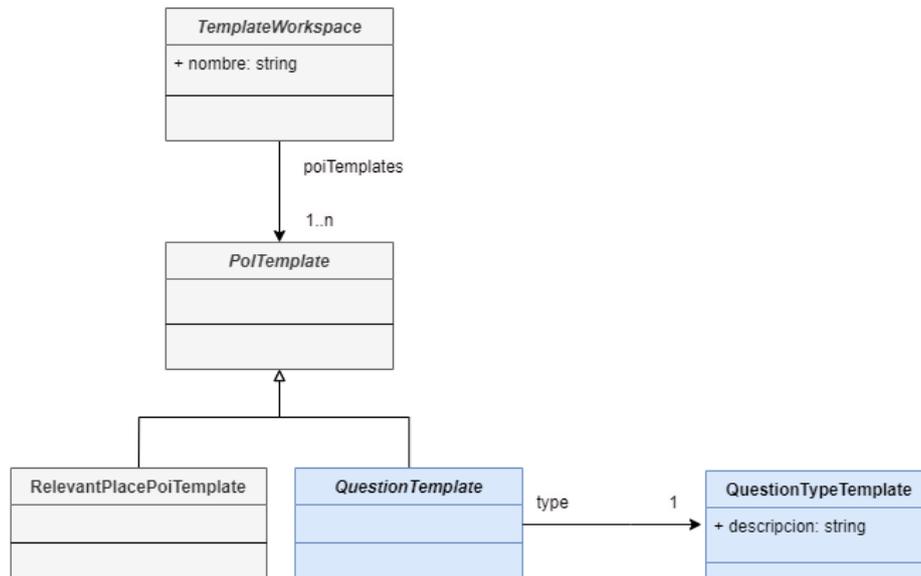


Figura 5.4: Modelo UML asociado a los templates de los Poi de la herramienta.

Hasta el momento se han presentado los templates asociados a los workspace y los templates de los posibles puntos de interés que estos pueden contener, esto conforma la estructura para definir cómo se crearán y visualizarán los contenidos. Ahora se va a proseguir a representar la información que queda definida con estos templates, es decir, la instanciación de los mismos.

La Figura 5.5 presenta parte del diagrama UML asociado a las instancias de los templates. Se puede apreciar la clase *WorkspaceInstance* la cual es la especificación con datos concretos basándose en un *TemplateWorkspace*. Una instancia de un workspace mantiene un espacio de trabajo configurado para que pueda ser accedido por usuario con roles particulares, y con un conjunto de Poi específicos. Un usuario en la herramienta de autor puede crear diferentes instancias de un *TemplateWorkspace* e invitar a diferentes usuarios para que participen de acuerdo con los roles y acciones permitidas para ese tipo de espacio. Por simplicidad, en este diagrama se plantea que la instancia conozca el conjunto de Poi, pero podría plantearse estructuras más complejas para lograr mayor flexibilidad.

De acuerdo con las subclases de *TemplateWorkspace* presentadas anteriormente, se representan las clases *RelevantPlacesInstance* y *TrueFalseGameInstance* que son

instancias de *RelevantPlacesTemplate* y *TrueFalseGameTemplate* respectivamente. Por otro lado, se puede apreciar que los *Poi* conocen a su *PoiTemplate*.

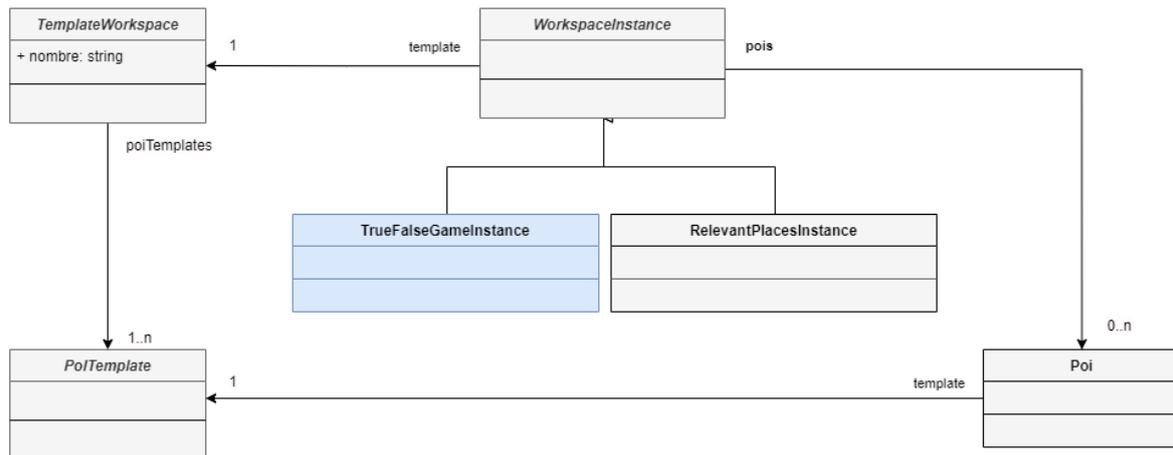


Figura 5.5: Modelo UML asociado a las instancias definidas de la herramienta.

Todo *Poi* dentro de la herramienta tiene que proveer mínimamente dos características, por un lado, debe contar con alguna forma para poder ubicarlo en el espacio, y por otro debe poseer contenido que pueda ser brindado al usuario para que este lo consuma de alguna forma. La Figura 5.6 presenta una forma de abordar esto desde la herramienta de autor. La primera de estas dos características mencionadas es resuelta íntegramente por la clase *Location*, mientras que la otra se resuelve por medio de la clase *PoiContent*. Esta última clase se encarga de representar el contenido asociado a un punto de interés. Como se puede apreciar en la Figura 5.6 este contenido podría ser muy variado; desde contenidos sencillos como podrían ser imágenes (clase *Imagen*) o textos (clase *Info*), hasta contenidos más complejos como podrían ser la composición de varios contenidos (aplicando con el patrón de diseño *Composite* [Gamma, 1995]), o el tipo de preguntas para el juego que se modeló en esta extensión. Lo interesante de modelar este nuevo tipo de contenido relacionado a las preguntas es que permite no solo consumir la información brindada, sino también interactuar al responder la misma. Esta última característica de interactuar surge en esta extensión, ya que en la herramienta usada de base (descrita en el Capítulo 3) solo se podía consumir la información brindada.

Para esta primera extensión de la herramienta se optó por definir un único tipo de pregunta, la pregunta cerrada, representada en el modelo con la clase *CloseQuestion* como se puede observar en la Figura 5.6. Toda pregunta cerrada se caracteriza por contar con un conjunto de opciones posibles; para esta extensión se permitirá desde la plantilla crear preguntas con dos opciones (verdadero y falso), aunque sería posible en un futuro definir también preguntas del estilo opción múltiple con el esquema propuesto.

Todo *PoiContent*, además tiene que contar con una forma para brindar el contenido al usuario. Desde la herramienta usada de base se contaban con diferentes estrategias para que el usuario pueda acceder al contenido asociado al lugar de interés, las cuales se mantuvieron para esta nueva versión; esto está representado con la clase *GivenBy*.

Se puede observar en la Figura 5.6 que se representa la interfaz *Location*, y además se especifican tres clases que implementan dicha interfaz; por un lado, el concepto de área, además la latitud-longitud e indefinida (para representar cuándo no se puede determinar dónde está el usuario posicionado en el espacio físico, se aplicó el patrón de diseño *Null Object* [Woolf, 1997]). Esto es extensible para representar otro tipo de posiciones.

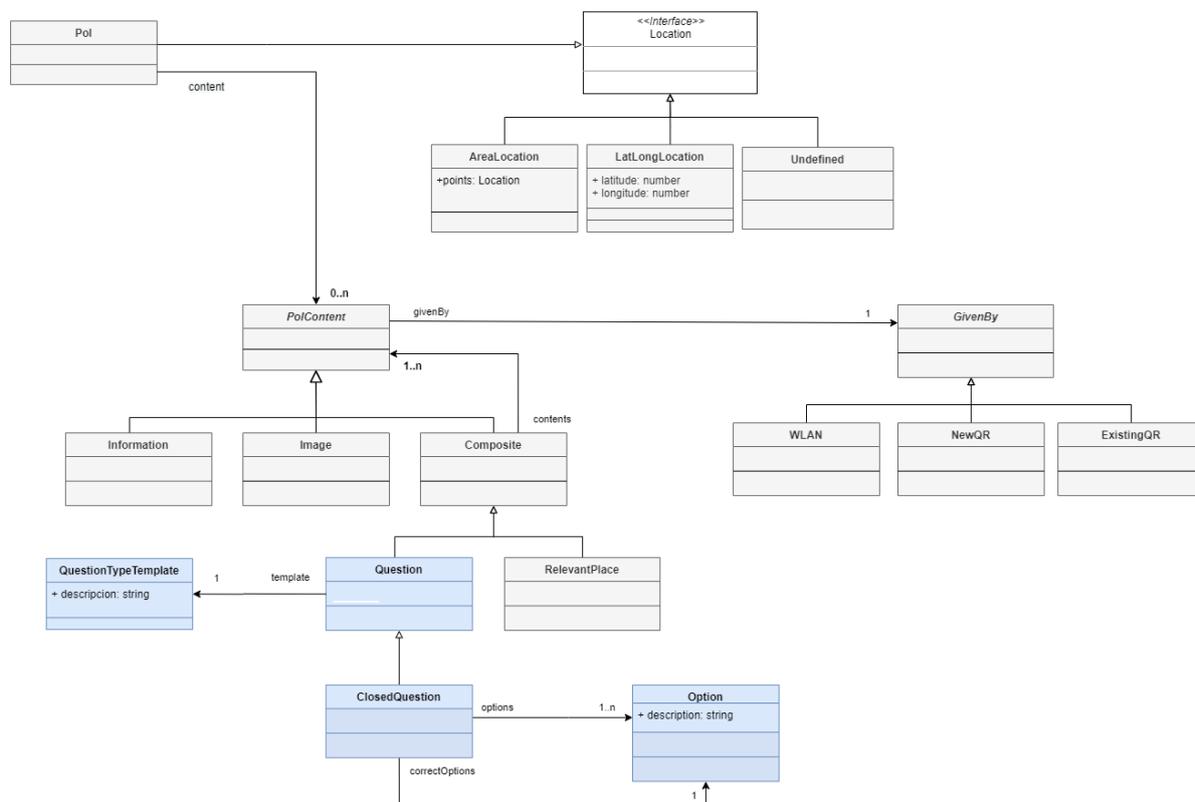


Figura 5.6: Modelo UML asociado al modelado de los Pol.

Se han presentado en forma incremental los diferentes conceptos relacionados con la herramienta de autor, destacando aquellos que eran considerados por la herramienta base como así también destacando los conceptos incorporados con esta primera extensión. Además, se mencionan algunos puntos de extensibilidad que se dejan planteados.

Con el objetivo de poder brindar al lector de esta tesina una visión global de lo planteado anteriormente, se presenta en la Figura 5.7 un diagrama UML que integra todos los conceptos presentados.

Cabe volver a mencionar que el diagrama de la Figura 5.7 hace foco en las plantillas asociadas a la herramienta y cómo las mismas se instancian para generar así distintos tipos de espacio de trabajo. Se puede apreciar que no surgen muchos conceptos nuevos en esta extensión, esto aconteció de esta manera ya que desde la etapa inicial de diseño se esperaba contar con una primera extensión que reusara lo más posible lo existente ya que se buscaba hacer foco en poder hacer pruebas rápidamente.

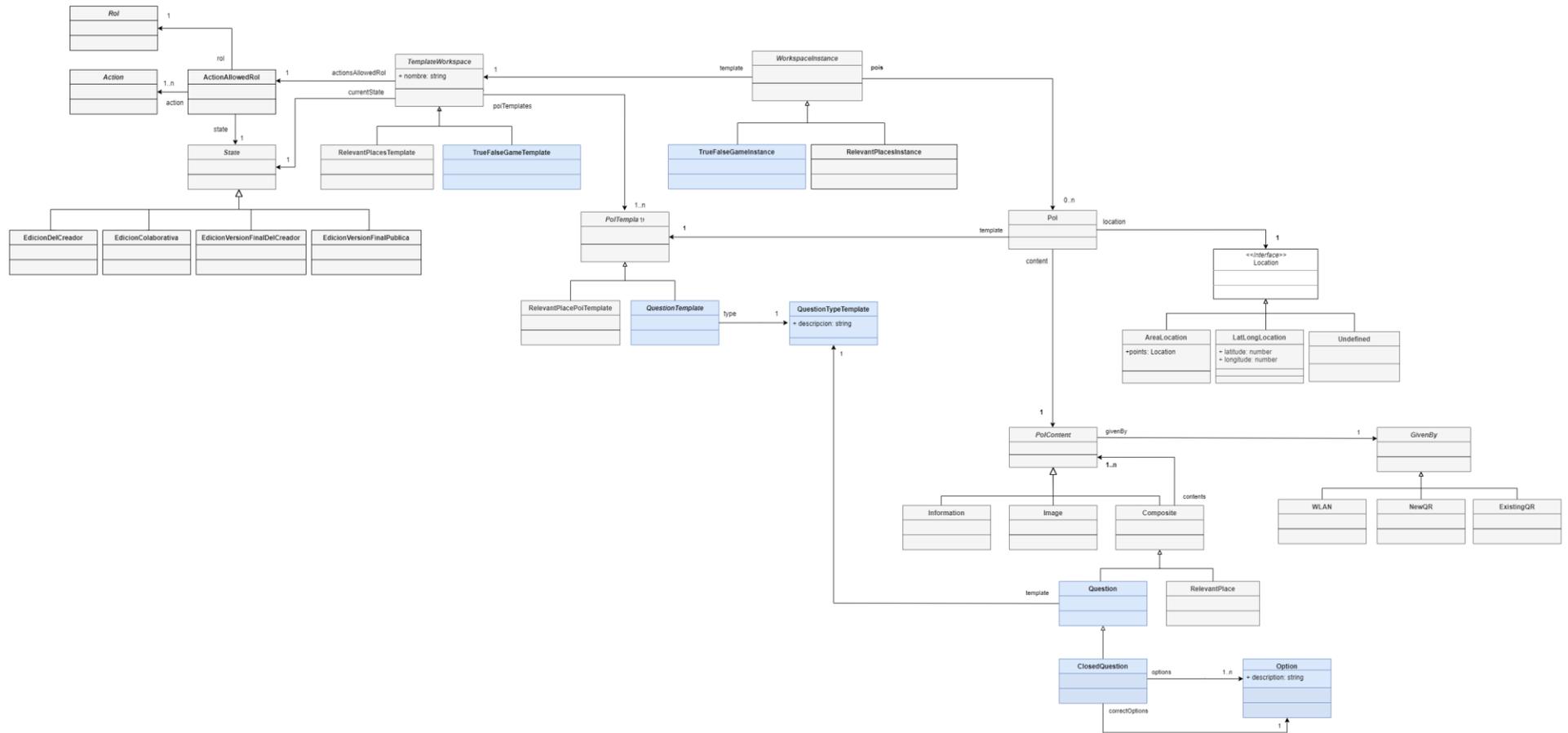


Figura 5.7: Conceptos usados en la primera extensión.

5.3 Funcionamiento de la extensión realizada

De forma similar a la plantilla base de “*Lugares Relevantes*” descrita en el Capítulo 3, la plantilla de “*Juego Móvil con Preguntas Posicionadas*” cuenta con dos perfiles de usuarios, creadores y colaboradores.

Los creadores pueden definir nuevos espacios de trabajo contando con la posibilidad de sumar colaboradores, además pueden cambiar los estados de sus espacios de trabajo. Ambos perfiles, en el caso de la plantilla “*Juego Móvil con Preguntas Verdadero-Falso*” pueden definir preguntas completando los datos que especifica dicha plantilla. Los usuarios creadores pueden decidir si las preguntas creadas luego pasan a ser visibles o no, en la versión final del juego a generar. Cuando el espacio de trabajo está en el estado versión final pública, el juego queda funcionando y puede ser probado por usuarios finales (o testear su funcionamiento). La forma en que se brinda cada pregunta depende del mecanismo elegido (usando QR o WLAN). En el caso de haber elegido que fuera brindada por un código QR nuevo, el mismo es generado por la herramienta y debe ser colocado en el lugar físico para que el juego pueda ser jugado.

A continuación, se presenta el funcionamiento relacionado con la plantilla “*Juego Móvil con Preguntas Verdadero-Falso*”. Lo primero que se incorporó fue la opción de elegir crear un workspace de este tipo como se puede apreciar en la Figura 5.8. De esta manera el usuario se convierte en creador del workspace, y es el encargado de poder cambiar los estados por los que va pasando el mismo. Recordemos que los workspace comienzan teniendo el estado “*Edición del creador*”.

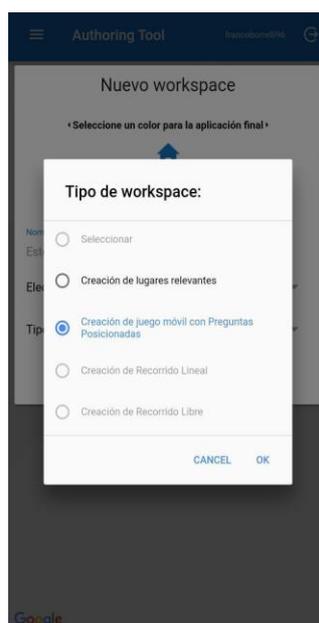


Figura 5.8: Pantalla al momento de crear un espacio de trabajo para la creación de juegos móviles con Preguntas Posicionadas.

Una vez creado el espacio de trabajo, este aparece en la lista de espacios de trabajos creados por el usuario. A continuación, se va a describir la funcionalidad incorporada en la extensión;

la cual se irá presentando asociada a cada estado asociado al espacio de trabajo, en este caso cuando es una instancia de *TrueFalseGameInstance*.

- *En el estado “Edición del creador”* (estado inicial del espacio de trabajo). Una vez creada la instancia de *TrueFalseGameInstance* se puede proseguir a incorporar colaboradores, para esto se pueden generar los códigos de acceso como se muestra en la Figura 5.9. Esta funcionalidad se utilizó de lo ya implementado en la herramienta base. Los usuarios que lean este tipo de código generado se convertirán en colaboradores del mismo, y podrán ir haciendo el aporte de sus preguntas dependiendo de cómo se plantee la experiencia de co-diseño, una vez que el espacio de trabajo pase al siguiente estado.



Figura 5.9: Código para sumarse como colaborador.

- *En el estado “Edición colaborativa”* tanto el creador como los colaboradores pueden definir preguntas posicionadas in-situ. Para la creación de las preguntas se definió una nueva interfaz que permite definir las y esto se relaciona con la clase *QuestionTemplate* las cuales son del tipo de preguntas verdadero-falso. Al crear la pregunta se puede indicar si es verdadera o falsa, y en el caso de ser falsa se puede indicar cuál sería la respuesta correcta. Como una forma de complementar la pregunta se puede tomar una foto o cargar una imagen relacionada a dicha pregunta. Además, se debe indicar cómo se brinda la pregunta al usuario final: usando QR o WLAN. En cuanto a los códigos QR se puede indicar desde esta plantilla si se usan QR existentes o se generan nuevos códigos QR. Una vez creadas las preguntas, las mismas podrán ser editadas tanto por el creador como por otros colaboradores. La Figura 5.10.a muestra la interfaz para crear nuevas preguntas de acuerdo con el esquema planteado, mientras que la Figura 5.10.b es la interfaz para editar las preguntas creadas.
- *En el estado “Edición del creador - Versión final”*. Una vez que el grupo acuerda cuáles son las preguntas que terminan siendo consideradas en el juego, el creador puede poner visibles estas preguntas en la versión final. Esta funcionalidad es similar a la que existía en la herramienta para dejar visible los lugares relevantes acordados.

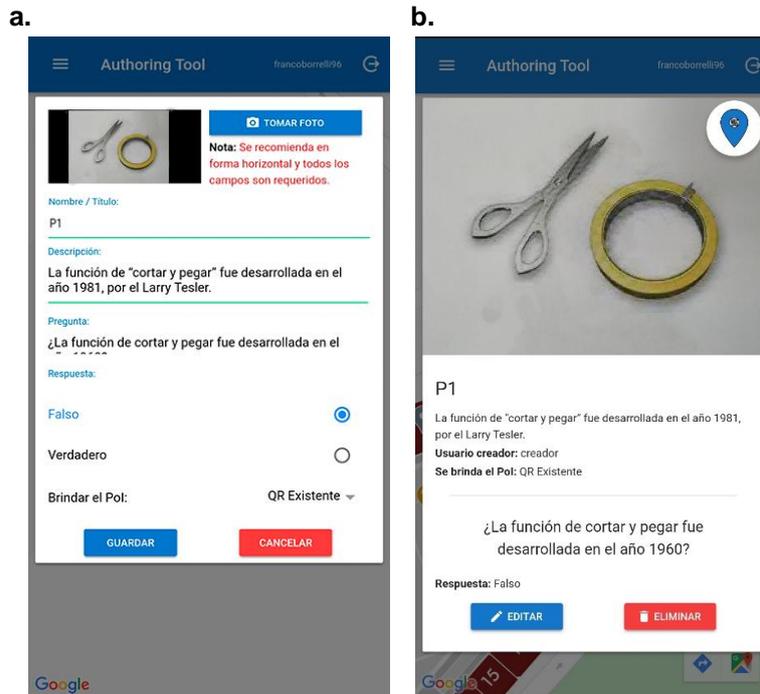


Figura 5.10: Pantalla para crear y editar preguntas posicionadas.

- En el estado “Versión final pública”. En este estado queda el juego listo para ser usado. Una vez que el espacio de trabajo llega a este estado, puede ser accedido desde la sección de aplicaciones finales de la herramienta de autor. En la Figura 5.11 se presentan algunas capturas a modo de ejemplo de la versión final pública. Estas capturas muestran un juego móvil generado en la Facultad de Informática de la UNLP con preguntas tanto en la planta baja como en su el primer piso.

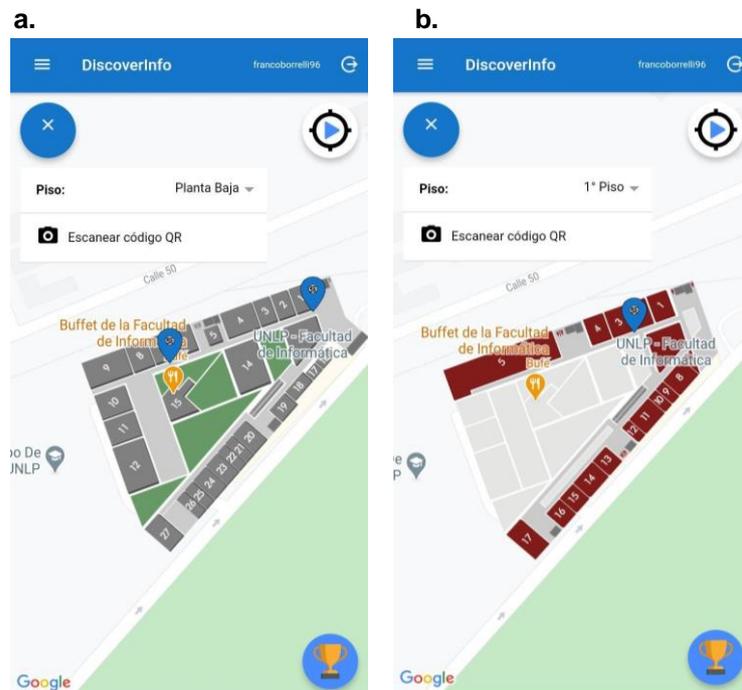


Figura 5.11: Pantallas de la versión final pública de un espacio de trabajo hecho con la plantilla definida en la extensión.

Las pantallas de la Figura 5.11 muestran además tres secciones dentro del juego que son relevantes de mencionar. Por un lado, en el lado superior izquierdo, se presenta un menú con dos opciones, la primera opción permite que el usuario pueda cambiar la visualización de piso dentro de la facultad y así ver las preguntas disponibles en el mismo. Mediante la segunda opción de este menú, el usuario puede escanear los códigos QR disponibles en el espacio físico y así acceder a la pregunta para contestar. A diferencia de la herramienta base, en esta versión se optó por evitar que los usuarios puedan leer códigos QR cuando el posicionamiento está deshabilitado. De esta forma logramos asegurarnos de que la información de los Pol pueda leerse sólo durante el juego.

Se puede observar además en la parte inferior derecha de las pantallas de la Figura 5.11 una opción donde los usuarios pueden acceder y visualizar los puntajes obtenidos por otros jugadores; al seleccionar esta opción reciben una pantalla similar a la Figura 5.12; depende de si ya han jugado el juego otros usuarios es la información que se recibe.

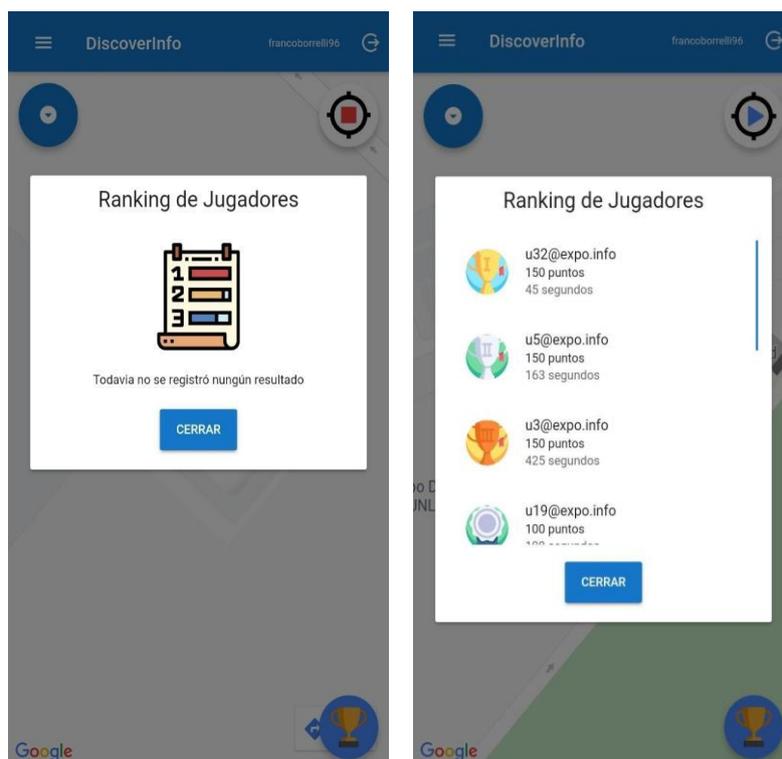


Figura 5.12: Información de los puntajes del juego.

Otro detalle interesante para mencionar de las pantallas de la Figura 5.11 es que en el costado superior derecho se encuentra el botón para iniciar el juego. A partir del momento en que inicia el juego comienza a correr el contador de tiempo y se agrega al mapa un indicador de mi posición para que pueda acercarme a las diferentes preguntas como se puede observar en la Figura 5.13.

Además, en la Figura 5.13 se puede apreciar que empieza a correr el tiempo, las preguntas arrancan teniendo un marker de color azul como se puede visualizar y a medida que el usuario las va respondiendo estas cambia de color. Por un lado, si responde correctamente se marcan en verde, mientras que si las responde incorrectamente se marcan en gris. Esto permite a simple vista que el usuario pueda ver qué pregunta le falta responder. Supongamos que el

usuario responde la pregunta del piso 1 (Figura 5.13) y luego se dirige a la planta baja donde responde una pregunta correctamente y otra incorrectamente; esto se puede apreciar en la Figura 5.14. Cabe mencionar que en la Figura 5.14 no se aprecia la posición actual del usuario porque es una captura de pantalla una vez finalizado el juego.

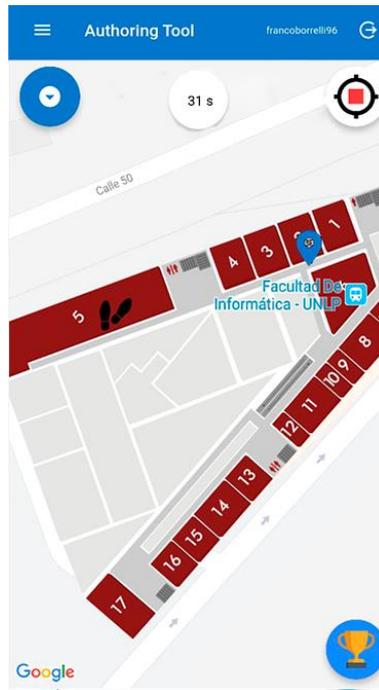


Figura 5.13: Usuario jugando posicionado en el primer piso de la facultad.

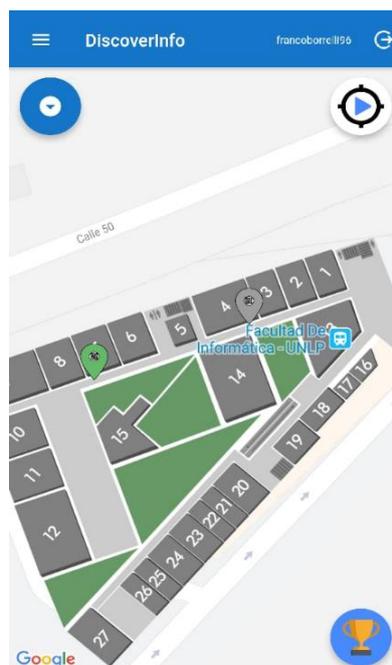


Figura 5.14: Preguntas respondidas que cambian de color.

De acuerdo a la forma en que es el brindado del Pol el usuario puede acceder a su contenido para responder la pregunta. La herramienta base contaba con dos mecanismos que se

reutilizaron para esta extensión. La primera es por medio de códigos QR, donde el usuario debe leer el código apuntando con su celular para visualizar el contenido; y la otra es por medio de WLAN, en donde el acceso a los contenidos al hacer seleccionar el marker (controlando que el usuario esté dentro del edificio). Se puede apreciar en la Figura 5.15 la interfaz planteada para que los jugadores respondan las preguntas durante el juego. Para esta pantalla se optó por reutilizar el componente que tenía la herramienta base para la visualización de los lugares relevantes, agregando la nueva información y lógica para la jugabilidad. Tras responder, ya sea correcta o incorrectamente, el usuario es avisado por medio de un mensaje cuál fue el resultado.

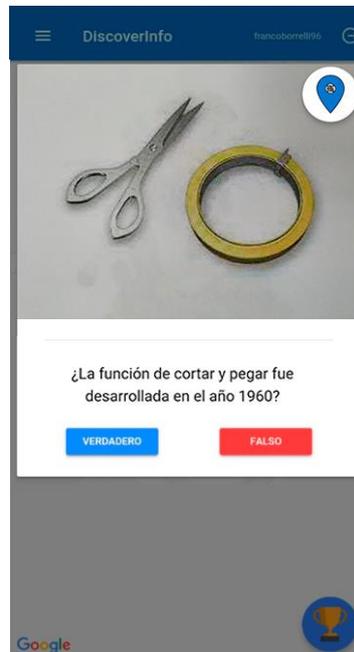


Figura 5.15: Ejemplo de visualización de una pregunta durante el juego.

Adicionalmente, se optó por implementar lógica para que el juego pueda ser reanudado en caso de que el usuario cierre la aplicación. Esto implicó guardar en el almacenamiento local del dispositivo datos como los puntos visitados, las preguntas respondidas, la hora de inicio del juego y los puntos acumulados. De esta forma, en caso de reanudar una partida dejada por la mitad no solo se podría volver al estado en que se dejó el juego, sino que además permitir dar la sensación de que el tiempo en el juego nunca dejó de correr.

Otra decisión de diseño que se tomó respecto a la reanudación del juego es que al cargar nuevamente el espacio de trabajo el usuario vea todos los markers en su estado por defecto, es decir, en color azul como se puede apreciar en la Figura 5.16.a. Únicamente iniciando el juego (y arrancando el posicionamiento) los markers toman el color acorde a si se habían respondido o no; es decir, verdes si habían sido respondidos correctamente, grises si habían sido respondidos incorrectamente, y azules si estaban pendientes de respuestas. Esto se puede apreciar en la Figura 5.16.b. El objetivo detrás de esta decisión era evitar darles algún tipo de ventaja a los participantes cuando el posicionamiento y por tanto el juego no están en uso.

Una vez respondidas todas las preguntas, se le indica al jugador que debe introducir un código de finalización. Al ingresar el mismo se registra el puntaje obtenido para ir armando el ranking de puntajes. La Figura 5.17 muestra una captura de pantalla en la que se muestra la situación dónde debe ingresar el código de finalización, además se le muestra al usuario cómo respondió y el tiempo transcurrido.

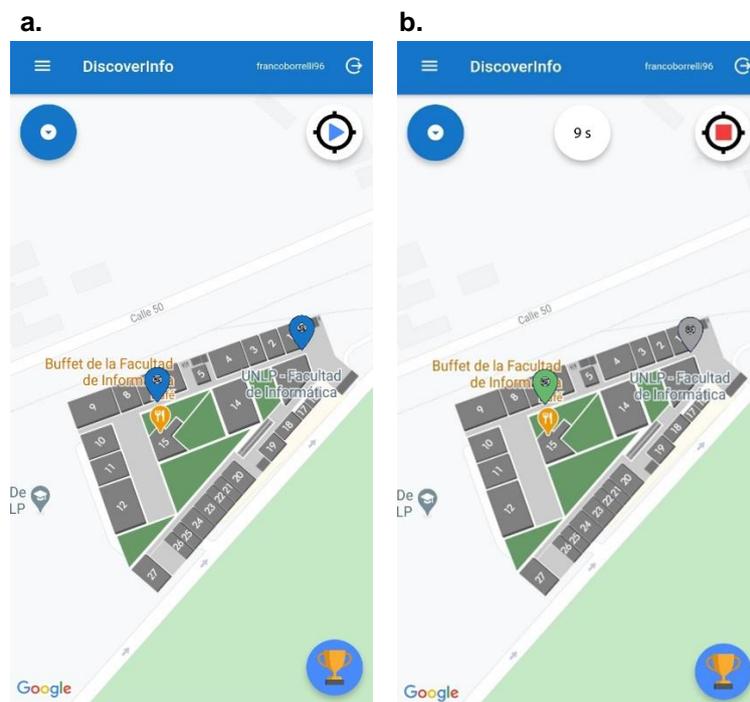


Figura 5.16: Reanudación de un juego.



Figura 5.17: Pantalla indicando introducir el código de finalización.

A modo de resumen se presenta en la Tabla 5.2 aquellas funcionalidades de la herramienta base que fueron modificadas para lograr la extensión descrita anteriormente. Además, se describen las funcionalidades nuevas que tuvieron que ser implementadas desde cero.

Tabla 5.2: Modificaciones realizadas sobre la herramienta base.

Característica	Descripción
Creación de Workspaces (Espacios de Trabajos)	Se incorpora la posibilidad de poder crear un nuevo tipo de workspace denominado “ <i>Juego móvil con Preguntas Posicionadas</i> ”.
Perfiles de Usuario	Se optó por reusar los dos perfiles de usuario utilizados en la herramienta base (Creador y Colaborador) los cuales funcionan de forma similar. Para esto se reutilizó la funcionalidad existente, pero se asoció la misma al nuevo tipo de workspace “ <i>Juego móvil con Preguntas Posicionadas</i> ”.
Estados del Workspace	<p>Se bien se mantuvieron los cuatro estados utilizados en la herramienta base (<i>Edición del creador, Edición colaborativa, Edición del creador - Versión final y Versión pública final</i>), los mismos fueron resignificados para la creación de este nuevo tipo de workspace incorporado con la extensión.</p> <p>El principal cambio queda reflejado en el estado “<i>Versión pública final</i>”, el cual incorpora características para permitir jugabilidad, en particular para evaluar las preguntas verdadero-falsas.</p>
Nuevo template (plantilla) para los Pol	El nuevo workspace “ <i>Juego móvil con Preguntas Posicionadas</i> ” debió incorporar un nuevo template para poder registrar la información de las preguntas Verdadero-Falso junto a la información del lugar relevante.
Aspectos de Jugabilidad	<p>El punto más fuerte de esta extensión estuvo puesto en poder lograr un juego funcional. Aspectos como el control de tiempo, puntajes y ranking de jugadores fueron tenidos en cuenta acorde a lo detallado en la Tabla 5.1 de la Sección 5.1.</p> <p>Se resignificó el botón de iniciar posicionamiento, para que al estar en un workspace “<i>Juego móvil con Preguntas Posicionadas</i>” el mismo de inicio al juego cuando se elige dar inicio al posicionamiento.</p>
Visualización de Pol en el mapa	A diferencia del workspace provisto en la herramienta base, donde el usuario creador podía elegir el color con

Característica	Descripción
	<p>el que se visualizarían los puntos de interés, en este nuevo tipo de workspace “<i>Juego móvil con Preguntas Posicionadas</i>” se agregó la posibilidad de que los Pol, en este caso preguntas, cambien de color dependiendo el estado de las mismas. Para esto se usaron los colores, azul, verde y gris para representar “<i>Pendiente de respuesta</i>”, “<i>Respondida correctamente</i>” y “<i>Respondida incorrectamente</i>” respectivamente.</p>

5.4 Co-diseño in-situ de un juego usando la primera extensión de la herramienta

Para probar la extensión realizada se decidió co-diseñar in-situ un juego móvil para ser usado por los visitantes de la V Expo Ciencia de la Facultad de Informática (UNLP, Argentina). Se aprovechó que ya estaban cargados en *Situm* los planos de cada piso del edificio de la facultad; y que además estaban calibradas las señales WLAN del edificio, como se menciona en el Capítulo 3.

Para el co-diseño del juego participaron dos expertos en este tipo de experiencias usando el framework conceptual planteado en la Sección 4.1. A continuación se describe de forma resumida el proceso realizado para cada etapa:

1. *Descubrir*. Se creó un espacio de trabajo desde la extensión de la herramienta. Cada participante marcó individualmente lugares relevantes usando la extensión de la herramienta, durante unos veinte minutos.
2. *Definir*. Ambos participantes acordaron dejar solo tres lugares relevantes para el juego; uno quedó definido en el primer piso del edificio de la facultad, mientras que los otros dos en el segundo piso. Estos tres lugares se dejaron visibles desde la extensión de la herramienta. Para esta etapa de acuerdo no se usaron maquetas físicas, sino que consistió en charlar los lugares relevantes marcados por cada uno, y uno de los dos que era el creador del espacio de trabajo los dejó visibles desde la herramienta. De esta manera, quedaron filtrados los lugares relevantes a considerar en el juego.
3. *Idear*. Para esta etapa se realizó una ronda de ideas entre ambos participantes, focalizándose en el público que iba a participar de la V Expo Ciencia de la Facultad de Informática (UNLP, Argentina). Decidieron que las preguntas sean sobre la temática “*curiosidades de la informática*”. Se generaron tres preguntas en los tres lugares relevantes acordados en la etapa anterior. La pregunta del primer piso y una del segundo piso fueron configuradas para ser brindadas al leer códigos QR existentes, mientras que la otra del segundo piso era brindada al leer un código QR nuevo (el cual fue generado por la herramienta al pasar el espacio de trabajo al estado “*Versión final pública*”).

4. *Prototipar.* Al tener ya definidas las preguntas en la etapa anterior no fue necesario seleccionar las ideas finales que se iban a considerar para el prototipo. La plantilla de la extensión propone una visualización para las preguntas creadas; esto posibilita contar con un juego funcional al pasar el espacio de trabajo al estado versión final pública. Es decir, este juego queda listo para ser utilizado.

Una vez finalizado el proceso de co-diseño, se realizó una prueba funcional reducida donde participaron cuatro personas jugando el juego creado. Esta prueba sirvió para detectar un problema común entre los jugadores. Este problema estaba asociado a que estos no pudieron encontrar fácilmente el código QR nuevo creado desde la herramienta.

Al charlar con los participantes aconteció que cómo los dos códigos QR restantes se correspondían a códigos QR de las aulas, ellos asumían que el tercero también debería ser del mismo estilo. Por otro lado, el mapa al carecer de un zoom adecuado dejaba la ambigüedad de dónde estaba realmente posicionado el mismo. La Figura 5.18 muestra a algunos de los participantes durante la prueba junto al código QR creado, el cual había sido impreso previamente y colocado en una de las carteleras del primer piso de la Facultad. Esto aconteció una vez que se los guió para que lo encuentren. Se puede observar en la Figura 5.18 que entre las dos puertas más cercanas a los participantes estaba el código QR del aula que ellos creían que era el tercer código del juego.



Figura 5.18: Participantes durante la prueba reducida del juego co-diseñado.

Debido a esta dificultad mencionada, se decidió modificar la pregunta asociada al punto de interés para que pudiese ser accedida por un QR existente, en lugar de uno creado desde la herramienta. Para esto se utilizó el código QR de una de las aulas del primer piso.

De esta manera se puede apreciar que se bien el framework conceptual de la Sección 4.1 guía el co-diseño in-situ, también puede acontecer que se tenga que volver a una etapa anterior para refinar y mejorar el resultado del prototipo obtenido, que en este caso ya es un juego funcionando.

Como aprendizaje de este co-diseño podemos mencionar que la herramienta agilizó los tiempos para lograr contar con un juego funcionando. Sin embargo, el mismo está limitado al tipo de pregunta y además la interfaz que tiene definidas por default la herramienta. Claramente las herramientas agilizan este tipo de co-diseño, pero los participantes de estas experiencias están supeditados a la flexibilidad que les provee el software para desplegar su creatividad. Esto será considerado en la extensión más flexible que se plantea en el Capítulo 6 haciendo foco en las características de los juegos, y dejando como trabajo futuro la flexibilidad a nivel de interfaces.

Otro aspecto interesante que surgió como aprendizaje de este co-diseño es que tal vez el framework conceptual de la Sección 4.1 no permitía aprovechar todas las ventajas de la extensión realizada- Por ejemplo, en la etapa de *descubrir* se podrían haber detallado las preguntas al mismo tiempo que se elegían los lugares relevantes. Esto lleva a analizar lo planteado en [Carlgrén et al. 2016] dónde se menciona que es fundamental enmarcar el framework usado de *Design Thinking* para que tenga sentido para el dominio que se está resolviendo. Si bien el co-diseño presentado en esta sección está dentro del mismo dominio que lo planteado en el Capítulo 4, al variar el tipo de recurso que se está utilizando (en este caso la extensión de la herramienta), se podría proponer un abordaje de co-diseño más ágil y que se ajuste mejor a la extensión de la herramienta. Por ejemplo, definir primero la temática y luego que cada colaborador defina preguntas posicionadas, para luego acordar cuáles de todas las preguntas termina quedado en el juego. Con estos tres pasos ya se contaría con un juego funcionando. Esto se tendrá en cuenta en el abordaje de co-diseño que se plantee con la extensión que se propone en el Capítulo 6.

De la experiencia de co-diseño presentada en esta sección también se puede mencionar que hay preguntas que podrían estar posicionadas en cualquier lugar del espacio físico, es decir, no requieren estar contextualizadas a ese lugar. Por ejemplo, no es lo mismo plantear una pregunta general qué otra donde se indique mirar/observar algo de ese lugar físico. Esto es interesante porque plantea la posibilidad de pensar preguntas, y luego posicionarlas en algún lugar del espacio para lograr contar con un juego funcionando. Esta característica también será considerada para la extensión que se propone en el Capítulo 6.

De esta manera, a partir de los aprendizajes de esta experiencia de co-diseño se puede concluir que cada experiencia de este tipo puede requerir diferente abordaje, con distintas actividades o realizar las mismas en distinto orden. Se debe buscar siempre agilidad en el co-diseño y poder aprovechar al máximo todo lo que puede llegar a agilizar una herramienta de autor.

5.5 Puesta en Práctica del juego co-diseñado con la extensión

El juego móvil co-diseñado en la Sección 5.4 fue brindado a los participantes de la V Expo Ciencia de la Facultad de Informática (UNLP, Argentina), quienes lo instalaban y comenzaban a jugar. Cabe mencionar que a esta exposición asistieron personas con diferentes perfiles; si bien participaron algunos alumnos de la facultad, en su gran mayoría participaron personas que nunca habían visitado la facultad y con diverso nivel de conocimiento en el uso de aplicaciones móviles. A los interesados se les proveía con un código QR o un link de acceso para que puedan descargar la aplicación, la cual estaba solo disponible para teléfonos

Android. Una vez descargada, estos usuarios eran provistos con credenciales de acceso las cuales se habían configurado previamente usando *Firebase*.

Para facilitar la experiencia de juego, se decidió brindarles a los interesados una versión restrictiva de la herramienta de autor. En esta versión los usuarios solo podían ingresar a aplicaciones finales dentro de la herramienta de autor, evitando así que puedan realizar otras acciones como crear nuevos espacios de trabajo. Para esta experiencia sólo había una aplicación final, denominada “*DiscoverInfo*”, la cual surgió como resultado del proceso de co-diseño presentado en la Sección 5.4.

En la Figura 5.19 se presentan algunas capturas de pantallas donde se muestra cómo veían la herramienta los jugadores, donde tenían algunas funcionalidades deshabilitadas y el único juego disponible “*DiscoverInfo*”.

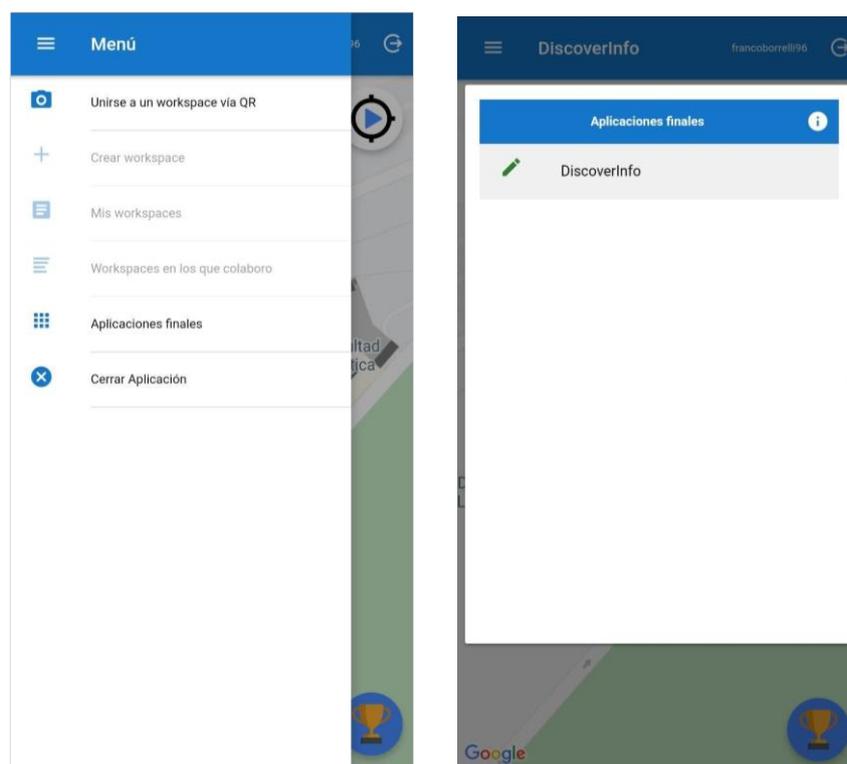


Figura 5.19: Pantalla de la versión restrictiva de la extensión de la herramienta de autor.

Inicialmente, a todos los jugadores se les explicaban aspectos básicos sobre el funcionamiento de la herramienta y sobre el cómo llevar a cabo el juego. Fue sumamente importante explicarles cómo iniciar el juego (que activaba además el posicionamiento), como cambiar de piso y cómo leer los códigos QRs para contestar las preguntas. Con el objetivo de reforzar aún más la explicación de la dinámica del juego a los participantes, se optó por incluir en esta nueva versión restringida de la aplicación un cartel introductorio, el cual aparecía cuando los participantes accedían por primera vez a “*DiscoverInfo*”. En la Figura 5.20 se presenta la pantalla dónde se puede ver el mensaje dado a los participantes.

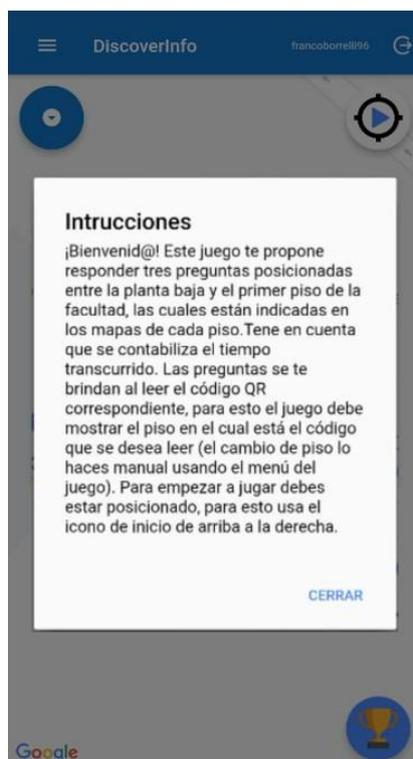


Figura 5.20: Pantalla de introducción al juego.

Una vez que respondían todas las preguntas debían regresar al stand para completar el código de finalización del juego. Los resultados fueron almacenados en un servidor para poder saber en tiempo real quien había respondido correctamente todas las preguntas en el mejor tiempo. Si bien pasaron por el stand a instalarse el juego unos veinticinco participantes, solo dieciséis volvieron al stand a buscar el código de finalización. Los participantes que finalizaron el juego manifestaron que la experiencia fue interesante y novedosa al tenerse que mover por el edificio para ir encontrando las preguntas. Para algunos también fue una forma diferente de conocer el edificio, el cual nunca habían visitado.

En la Figura 5.21 se presenta parte del registro fotográfico realizado durante esta experiencia de juego en la V Expo Ciencia de la Facultad de Informática. En la Figura 5.21.a se puede observar al autor de esta tesina junto a dos compañeros en el stand explicando el funcionamiento del juego a varios interesados. La segunda Figura 5.21.b, muestra el afiche que se utilizó para que los participantes descarguen la aplicación en su teléfono junto a otros materiales de soporte para facilitar la explicación. Por último, en la Figura 5.21.c se puede apreciar a dos personas recorriendo la facultad respondiendo las preguntas del juego.

Si bien el feedback obtenido de los participantes fue mayormente positivo, algunos usuarios mencionaron algunos inconvenientes como problemas a la hora de instalar la aplicación en su teléfono, o problemas de conectividad al momento de cambiar de piso, o al no cargarse las preguntas de dicho piso.



Figura 5.21: Registro fotográfico tomado durante la V Expo Ciencia de la Facultad de Informática (UNLP).

De todas las pruebas realizadas hasta el momento tanto en lo planteado para este capítulo como para el Capítulo 4 está siempre presente el problema de conectividad como un gran desafío en este tipo de aplicaciones, o en este caso, juegos. Esto muchas veces afecta la dinámica de juego, desmotiva, provocando en algunos casos el abandono del juego. Si bien es algo que escapa al objetivo de esta tesina, es interesante dejarlo planteado como un emergente que aconteció en todas las pruebas realizadas hasta el momento.

6. Extensión de la herramienta para brindar soporte a juegos configurables

En este capítulo se presenta la extensión de la herramienta de autor para contar con el soporte para crear Juegos Móviles basados en Posicionamiento a partir de diferentes configuraciones. Se detallan las decisiones de diseño, las funcionalidades de dicha extensión cómo así también el co-diseño de juegos usando la misma.

6.1 Etapas de diseño de la segunda extensión de la herramienta

Para la segunda extensión se analizó todo el aprendizaje que se fue incorporando a partir de los capítulos anteriores, y se siguió un esquema cómo el planteado en la Figura 5.1 (de la Sección 5.1): diseño, implementación, pruebas; y en el caso de detectar mejoras ir iterando sobre estas etapas.

En la etapa de diseño, lo primero que fue interesante analizar fue la gran variabilidad de juegos móviles que pueden ser abordados con una herramienta de autor, como se pudo apreciar en el Capítulo 2. A partir de esto, y acorde a los tiempos disponibles, se decidió crear juegos configurables para poder así abarcar así mayor variabilidad de juegos posibles. Sin embargo, cada tipo de juego diferente implica codificar toda la lógica del mismo para que este quede funcionando una vez co-diseñado. Esto se pudo observar en la primera extensión de la herramienta presentada en el Capítulo 5, en donde para tener el juego funcionando con preguntas verdadero-falso se tuvo que codificar la lógica del mismo para poder así contar con puntaje, tiempo, control de respuestas, etc.

A partir de lo antes mencionado surge el análisis de qué aspectos podrían ser configurables y poderlos desarrollar en el tiempo estipulados para la tesina, entonces se elige considerar lo siguiente:

- Contar con la posibilidad de definir, en el caso de ser adecuado, un mensaje de introducción del juego, el cual permita además poder indicar algunos aspectos relacionados a la dinámica del mismo. Esta opción surge en relación al mensaje creado para el juego de la Sección 5.5, donde se detectó la necesidad de contar con un mecanismo de poder explicar al usuario características de cómo se juega el mismo.
- Cronometrar o no el tiempo de juego.
- Registrar o no el puntaje de las respuestas respondidas, y en caso afirmativo, definir cuál es el puntaje por respuesta respondida correctamente.
- Dejar disponible o no el ranking de jugadores.
- Podría ser conveniente en algunos casos mostrar el resultado de la pregunta respondida inmediatamente, o por la dinámica del juego decidir no brindarlo y en este caso no saber si respondió correcta o incorrectamente.
- Tener que ingresar o no un código de finalización del juego. En caso de decidir tener un código de finalización se deberá indicar el mismo.

Cada uno de estos aspectos listados podrían considerarse parámetros de configuración, los cuales pueden tomar diferentes valores, algunos simplemente están o no considerados como comportamiento del juego, mientras que otros requieren un nivel de detalle adicional. Al crear el *Espacio de Trabajo* la idea será definir cuáles van a ser los valores que toman estos parámetros, y de esta manera se va a establecer cómo se va a comportar el juego una vez co-diseñado.

Otro aspecto que se decidió ampliar en la segunda extensión fue brindar soporte para otras preguntas cerradas además de las preguntas verdadero-falso implementadas para la primera extensión (presentada en el Capítulo 5). Este tipo de preguntas se pueden evaluar en forma directa porque se cuenta con la opción de respuesta correcta. La segunda extensión va a contar con el soporte de las siguientes preguntas cerradas:

- Preguntas verdadero-falso, en caso de ser falsa se indica cuál es la respuesta correcta.
- Preguntas con opción múltiple, en donde solo una de estas opciones es la respuesta correcta.
- Pregunta para ingresar un único valor como respuesta correcta. La respuesta va a ser validada en forma case-insensitive; es decir, no va a importar si la escriben en mayúscula o minúscula.

Estos nuevos tipos de preguntas permiten mayor flexibilidad a la hora de co-diseñar y crear juegos usando la herramienta, brindando así mayor variabilidad en los mismos.

Otro aspecto que emergió en el Capítulo 5, es que no todas las preguntas requieren hacerse en lugares específicos, es decir no necesariamente son contextuales al entorno físico. Al analizar esto, se podría tener preguntas contextualizadas que son creadas en lugares específicos del ambiente porque cobran sentido allí mientras que también podrían generarse preguntas que podrían ser ubicadas indistintamente en diferentes lugares del ambiente. A partir de esto, surge el concepto de preguntas que quedan relacionadas al lugar al momento de crearse y otras que pueden ser posicionadas luego mediante alguna estrategia. Esto podría plantearse de la siguiente manera:

- *Binding estático*: Las preguntas son creadas en posiciones concretas del ambiente físico. Se podría llegar a mover el marker de la misma o editar la pregunta, pero siempre se trata con un punto de interés. Este tipo de *binding* puede cobrar sentido sobre todo en preguntas contextuales, es decir que solo tienen sentido en lugares específicos del ambiente porque de allí surge la respuesta a las mismas. O bien podría usarse este *binding* como en el Capítulo 5 como una posible forma de especificar las preguntas por más que no guarden relación con el ambiente.
- *Binding dinámico*: Se crean por un lado las preguntas y por otro las posibles posiciones donde brindar las preguntas; y luego se hace un *binding* dinámico usando algún criterio, por ejemplo, asignación al azar (aleatoria). Esto da la flexibilidad de crear diferentes vivencias aún con las mismas preguntas y posiciones. Este *binding* se establece al momento de generar el juego móvil funcionando. Por ejemplo, una asignación al azar podría realizarse usando distintas estrategias como las siguientes:

- *Asignación aleatoria fija.* Una vez generado el juego se asignan las preguntas a los lugares, y estas permanecen fijas durante todo el juego.
- *Asignación aleatoria al momento de acceder al contenido.* Cuando el usuario accede al contenido del lugar se le asigna en ese momento una pregunta (dentro del conjunto de las no respondidas hasta el momento).

Estas son dos opciones de estrategias posibles dentro de una asignación aleatoria, aunque podrían considerarse otros tipos de *binding* dinámicos.

Contar con la posibilidad de configurar el tipo *binding* del juego permite un nivel mayor de variabilidad en los tipos de juegos que se pueden generar, pero además incorpora dinámicas diferentes de abordaje de co-diseño.

De esta manera se logra diseñar una primera versión para brindar soporte desde la herramienta de autor a juegos configurables. Una vez tomadas todas estas de decisiones de diseño, se prosigue a la implementación de las mismas; esto requirió refactorizar la herramienta de autor ya que surgieron conceptos que no estaban considerados, o que estaban implementados con una extensibilidad reducida. Cabe mencionar que se tuvo que implementar toda la funcionalidad para que las distintas opciones de configuraciones generarán juegos funcionales, tanto sea a partir de los parámetros de configuración, de los tipos de preguntas o de los tipos de *bindings* mencionados.

En la etapa de testeo, se realizaron pruebas sistemáticas para validar el funcionamiento deseado tanto a la hora de co-diseñar como a la hora de jugar. Y en base a estos testeos se fueron ajustando aspectos tanto de funcionamiento como visuales, por ejemplo, iconografía.

En paralelo a la etapa de implementación y testeo mencionadas anteriormente, el autor de esta tesina estuvo participando del proyecto “*El desafío de las aplicaciones in-situ en espacios cerrados*” detallado en la Sección B.3. Durante este proyecto se estuvieron trabajando en diferentes refactorizaciones de la herramienta de autor presentada en el Capítulo 3. Destacando la posibilidad de contar con un posicionamiento manual y la posibilidad de mover el marker una vez que el mismo se crea con la herramienta para poder reposicionarlo. Estas dos refactorizaciones fueron incorporadas a la segunda extensión de la herramienta presentada en este capítulo dado que las mismas brindaban mayor flexibilidad a la hora de utilizar co-diseñar con la herramienta.

Al incorporar la funcionalidad de mover el marker se amplió la posibilidad de poder editar la foto asociada al lugar físico, para ajustarla en el caso de ser necesario; además esta foto pasó a ser opción en esta extensión ya que la herramienta original era obligatoria. Esto permite mayor flexibilidad por parte de esta segunda extensión de la herramienta.

Si bien se hicieron pruebas in-situ desde las respectivas casas de los involucrados en los diferentes testeos de la herramienta; en los momentos dónde se requería co-diseñar en forma conjunta se utilizó el posicionamiento manual para “estar” todos ubicados en el mismo edificio. Esto surgió ante la imposibilidad de juntarse o reunirse en un mismo lugar físico dadas las situaciones epidemiológicas acontecidas durante el año.

6.2 Descripción de la segunda extensión realizada

La segunda extensión de la herramienta de autor se realizó refactorizando la primera extensión presentada en el Capítulo 5. Esto se decidió de esta manera ya que toda la funcionalidad de la plantilla “*Juego Móvil con Preguntas Posicionadas Verdadero-Falso*” es un subconjunto de la nueva plantilla que surge en esta segunda extensión la cual se denomina “*Juego Móvil Configurable con Preguntas Posicionadas*”.

La Figura 6.1 muestra una representación gráfica conceptual sobre cómo se realizó la instanciación del framework conceptual presentado en la Figura 3.1 (de la Sección 3.1) aplicando los nuevos conceptos introducidos por la plantilla “*Juego Móvil Configurable con Preguntas Posicionadas*”. Se puede apreciar que la Figura 6.1 es muy similar a la presentada en la Figura 5.2, sin embargo, esta nueva plantilla incorpora todas las posibles funcionalidades acorde a los valores que se elijan de configuración. Es decir, independientemente de cómo se configure las opciones de la plantilla, en la etapa final de co-diseño se obtiene un juego que puede ser jugado.

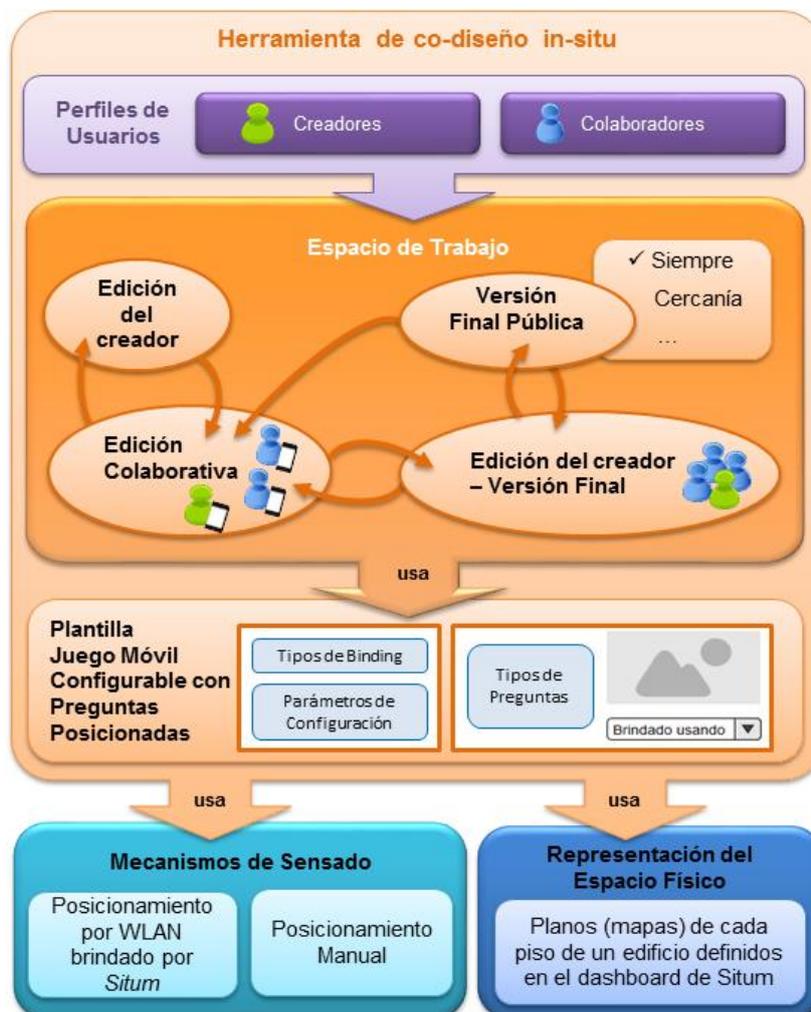


Figura 6.1: Instanciación del framework conceptual para la segunda extensión.

En la Figura 6.1 se puede apreciar además que se siguen manteniendo los componentes de la primera extensión, como son los mismos dos perfiles de usuarios, *creador* y *colaborador*, así como las mismas cuatro etapas del espacio de trabajo; aunque en esta plantilla les agrega más características a los mismos. Si bien se mantiene el uso de *Situm* como mecanismo de sensado y como representación del espacio físico, además se agregó el posicionamiento manual cómo se mencionó en la Sección 6.1.

A continuación, se presentan los diagramas de clases UML que tienen representados los conceptos de base de la herramienta, los nuevos conceptos incorporados en la primera extensión (los cuales se mantienen) y los conceptos que surgen de la segunda extensión. Para identificar claramente las clases existentes de las incorporadas se mantienen los colores utilizados en los diagramas UML de la Sección 5.1, y se incorpora el color violeta para las clases que surgen en la segunda extensión.

Cabe mencionar que los diagramas UML se usan con el fin de facilitar la documentación y explicación de cada concepto, no se hace foco, por ejemplo, en mostrar en el diagrama los métodos de cada clase. Se sigue el mismo esquema usado en la Sección 5.1.

En la Figura 6.2 se puede apreciar cómo se modifica la representación del concepto de *templates* de workspaces o *Espacio de Trabajo*, donde surge una nueva clase denominada *ConfigurableGame* la cual representa toda la funcionalidad de la plantilla “*Juego Móvil Configurable con Preguntas Posicionadas*”. Se puede observar que se modela el concepto genérico de parámetros. Estos van a representar aquella información que se puede configurar en la plantilla y los valores que ofrece ese parámetro para poder así seleccionar uno de estos al momento de realizar la instanciación del template. Por simplicidad sólo se detalla la clase *ActionAllowedRol*. Las relaciones de esta clase con las clases *Rol*, *Action*, *State* se mantienen igual como se presentó en la Figura 5.3; aunque surgen más acciones asociadas a esta plantilla. Además se mantienen los cuatro estados que tenía la herramienta de autor.

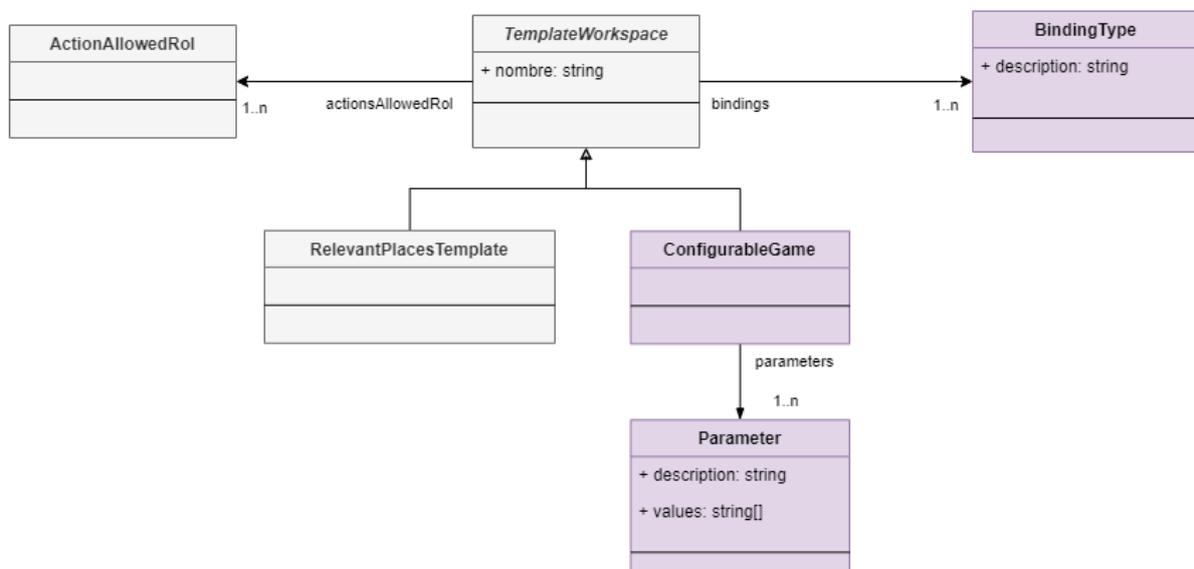


Figura 6.2: Templates de los workspaces de la segunda extensión de la herramienta.

Se puede observar además en la Figura 6.2 que se representa el concepto de tipo de *binding* (*BindingType*) con esta información se identifica si las preguntas del juego se definen en determinados lugares del espacio físico; o si la creación de preguntas y la selección de lugares del ambiente se hacen por separado, y luego se hace el *binding* dinámicamente cuando el workspace pasa al estado “*Versión final pública*”. Este nuevo concepto de *binding* mueve parte de la lógica asociada a la clase *PoiTemplate* (que se había presentado en la Figura 5.4 de la Sección 5.2) a la clase *BindingType*.

La refactorización de la lógica de la clase *PoiTemplate* genera un replanteo de la misma, la cual ahora por el comportamiento que le queda asignado pasa a llamarse *ContentTemplate*. Es decir, la clase *ContentTemplate* solo define cómo se crearán y visualizarán los contenidos; los cuales podrían crearse como parte de un *binding* estático o dinámico. Esta modificación puede observarse en la Figura 6.3.

Se puede apreciar que las clases *QuestionTemplate* y *QuestionTypeTemplate* se mantienen en la segunda extensión en la Figura 6.3; sin embargo, van a surgir dos nuevos tipos de preguntas las cuales se mencionaron en la Sección 6.1, pero esto se va a dar a nivel de instanciación de la clase *QuestionTypeTemplate*.

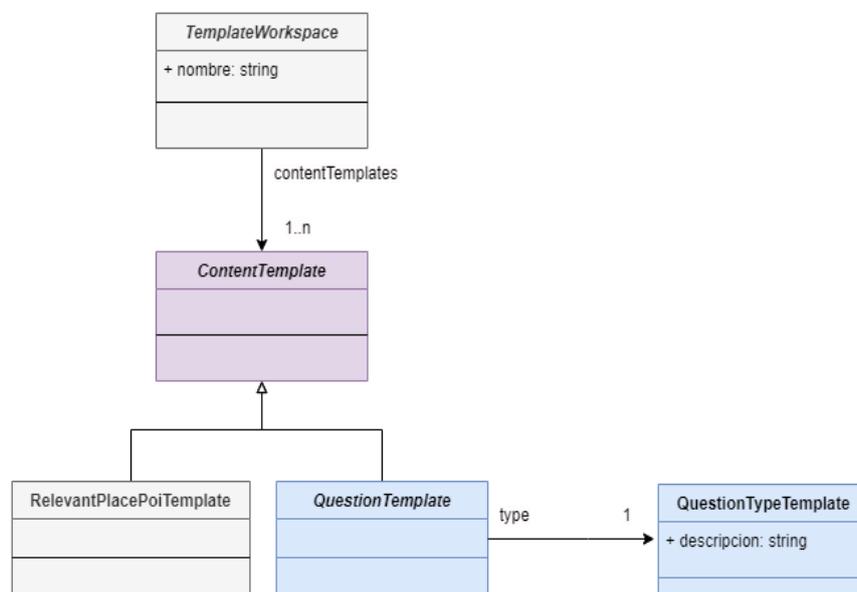


Figura 6.3: Templates de los contenidos de la segunda extensión de la herramienta.

A continuación, se va a explicar aquellos conceptos que emergen en la segunda extensión en relación a instanciación de los conceptos descritos anteriormente. En la Figura 6.4 se puede observar que se define la clase *ConfigurableGameInstance* que tiene la configuración de los parámetros asociados a su template de workspace (en este caso *ConfigurableGame*), esto se representa con la clase *ParameterConfiguration*.

Cabe mencionar que por cada parámetro del template se debe indicar el valor que se ha seleccionado para esta instancia particular, esto se puede apreciar en la Figura 6.4 con la relación de la clase *ParameterConfiguration* con la clase *Parameter*. Esto da la flexibilidad de contar con instancias que tienen distintos valores de configuración y así se logra distintas características a nivel de juego. Es decir, variabilidad en los juegos generados.

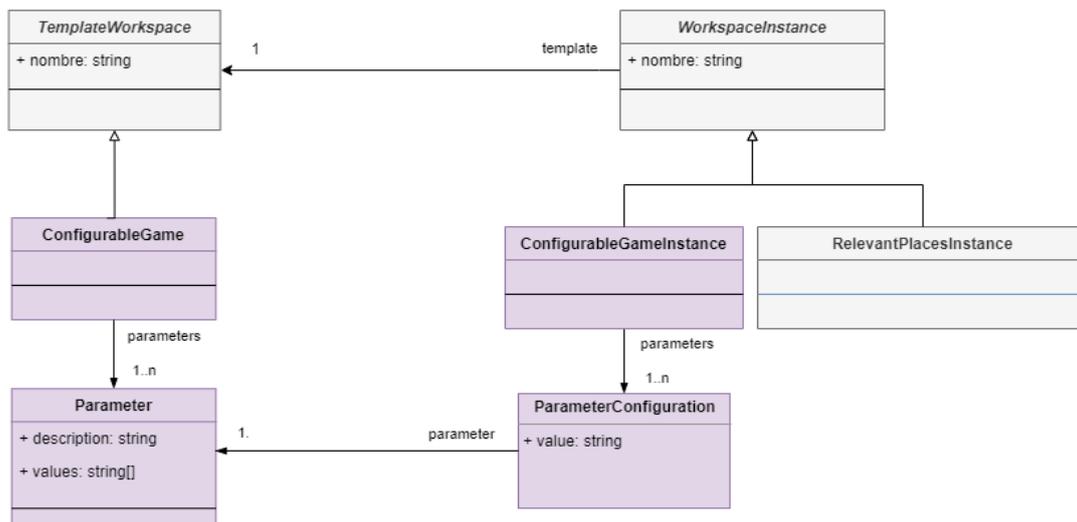


Figura 6.4: Instancias de workspace de la segunda extensión de la herramienta.

En la primera extensión, la clase *WorkspaceInstance* conocía en forma directa a los Pol pero al incorporar el concepto de *binding* esto se refactorizó para la segunda extensión. La clase *WorkspaceInstance* conoce el tipo de *binding* que se ha elegido al momento de realizar la instanciación como puede apreciarse en la Figura 6.5. El *DynamicBindingPol* conoce al *BindingType* porque este tipo de *binding* podría darse usando diferentes criterios que son determinados por su tipo (cumple el patrón de diseño *Type Object* [Johnson and Woolf, 1997]). En el caso de los *RelevantPlaceInstance* se van a crear con un *StaticBindingPol* para mantener la coherencia con la funcionalidad existente en la herramienta base.

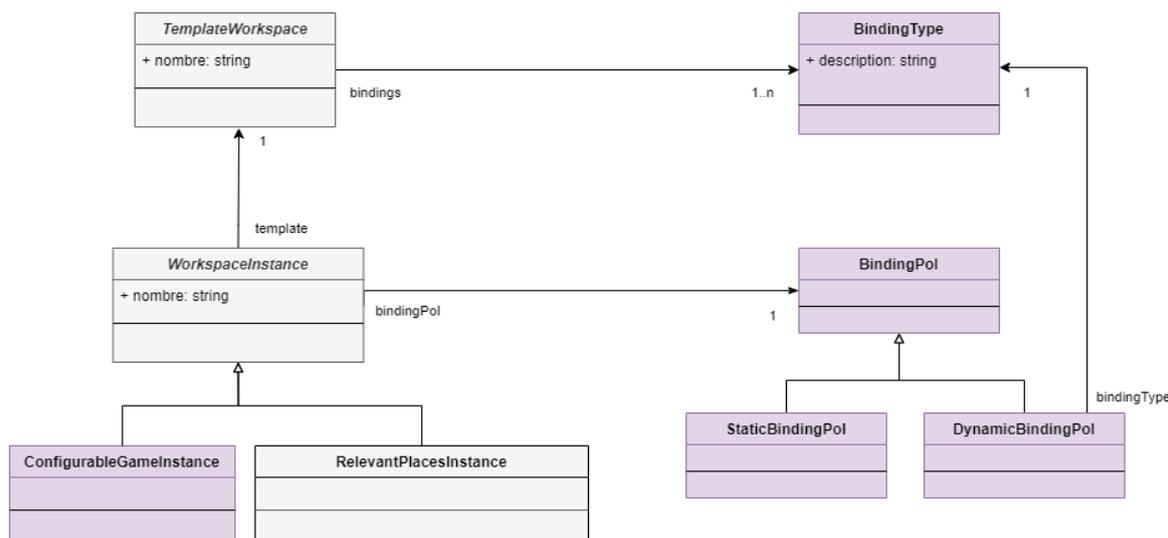


Figura 6.5: Bindings asociados a los Pol de la segunda extensión de la herramienta.

En la Figura 6.6 se puede apreciar que la clase *StaticBindingPol* conoce a los Pol, mientras la clase *DynamicBindingPol* conoce los contenidos (*Content*) y los lugares para brindar contenido (*PlaceToGiveContent*). El concepto de Pol se ha refactorizado para que el mismo asocie un contenido a un lugar donde brindar el mismo. Se puede apreciar además que la clase *Content* tiene asociada su *ContentTemplate*. Si bien los *DynamicBindingPol* van a generar un binding entre contenido y lugar esto recién acontece cuando el workspace está en estado “*Versión final pública*”.

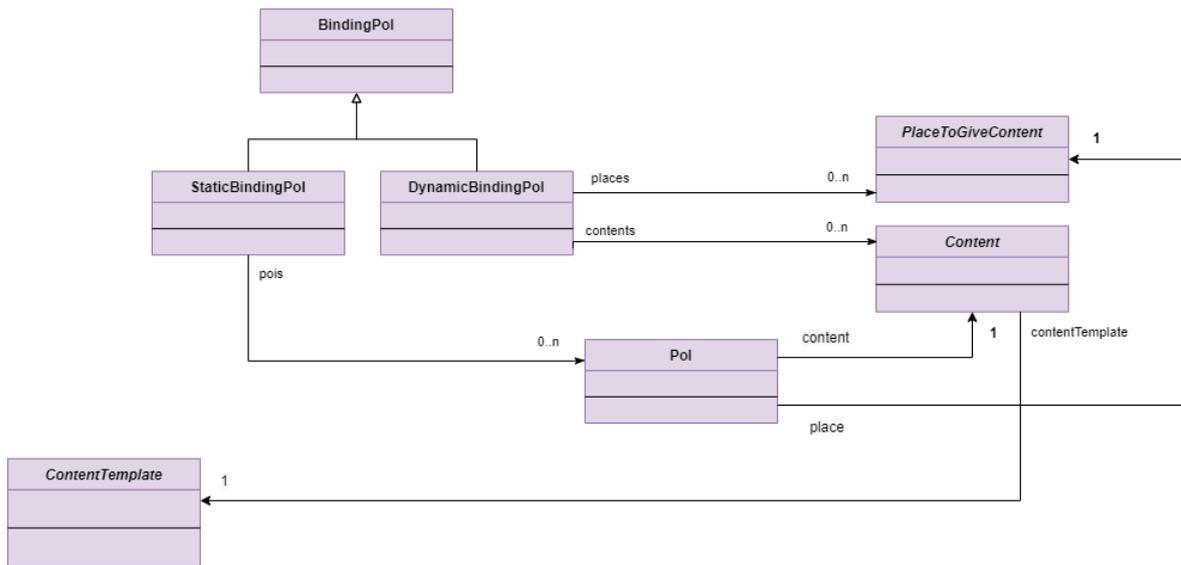


Figura 6.6: Relaciones de los *Bindings* de la segunda extensión de la herramienta.

En la Figura 6.7 se puede apreciar más nivel de detalle de las clases *Pol*, *Content* y *PlaceToGiveContent*. Por un lado, la clase *PlaceToGiveContent* conoce una posición y cómo se brindará el contenido en esa posición; mientras que la clase *Content* representa la información relacionada con los posibles contenidos, los cuales se mantienen acorde a lo previamente presentado en la Figura 5.6. En esta refactorización agrega nuevos conceptos, pero además el contenido queda desacoplado de cómo el mismo se brinda; quedando este último concepto asociado a la posición mediante la clase *PlaceToGiveContent*.

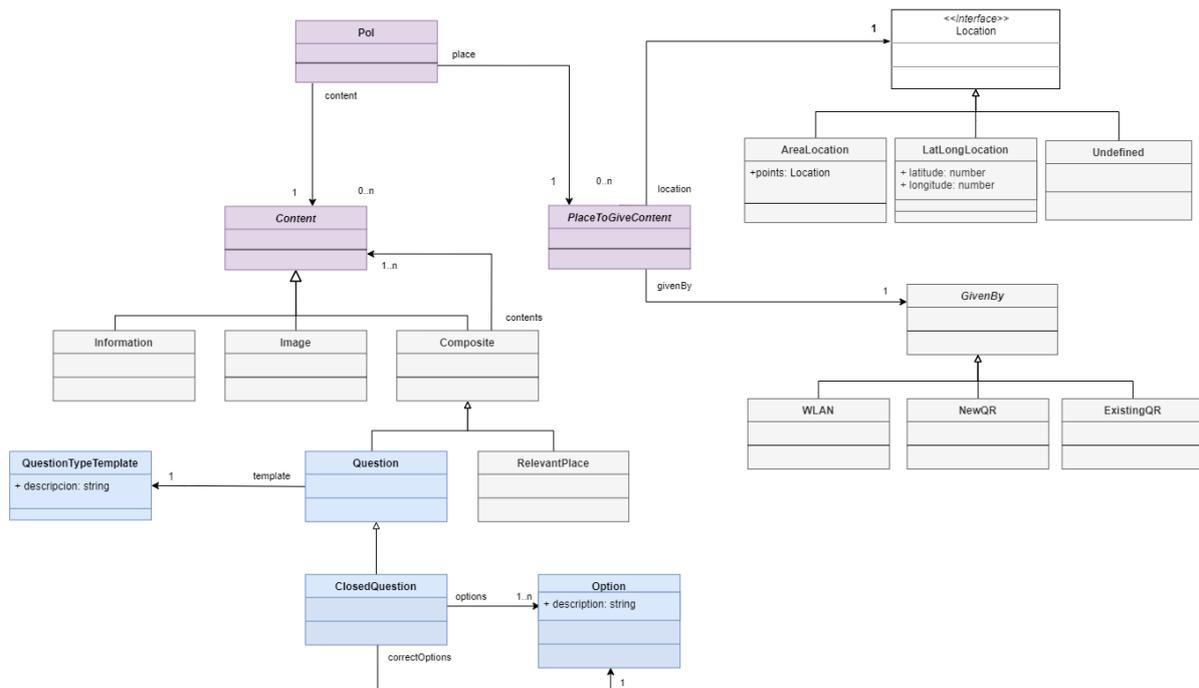


Figura 6.7: Refactorización relacionada a los *Pol*.

Para clarificar los conceptos introducidos anteriormente se presenta a modo de la Figura 6.8, se puede observar que en esta segunda extensión surgen conceptos nuevos, pero sobre todo se hace foco en la flexibilidad de la solución propuesta y la extensibilidad de esta.

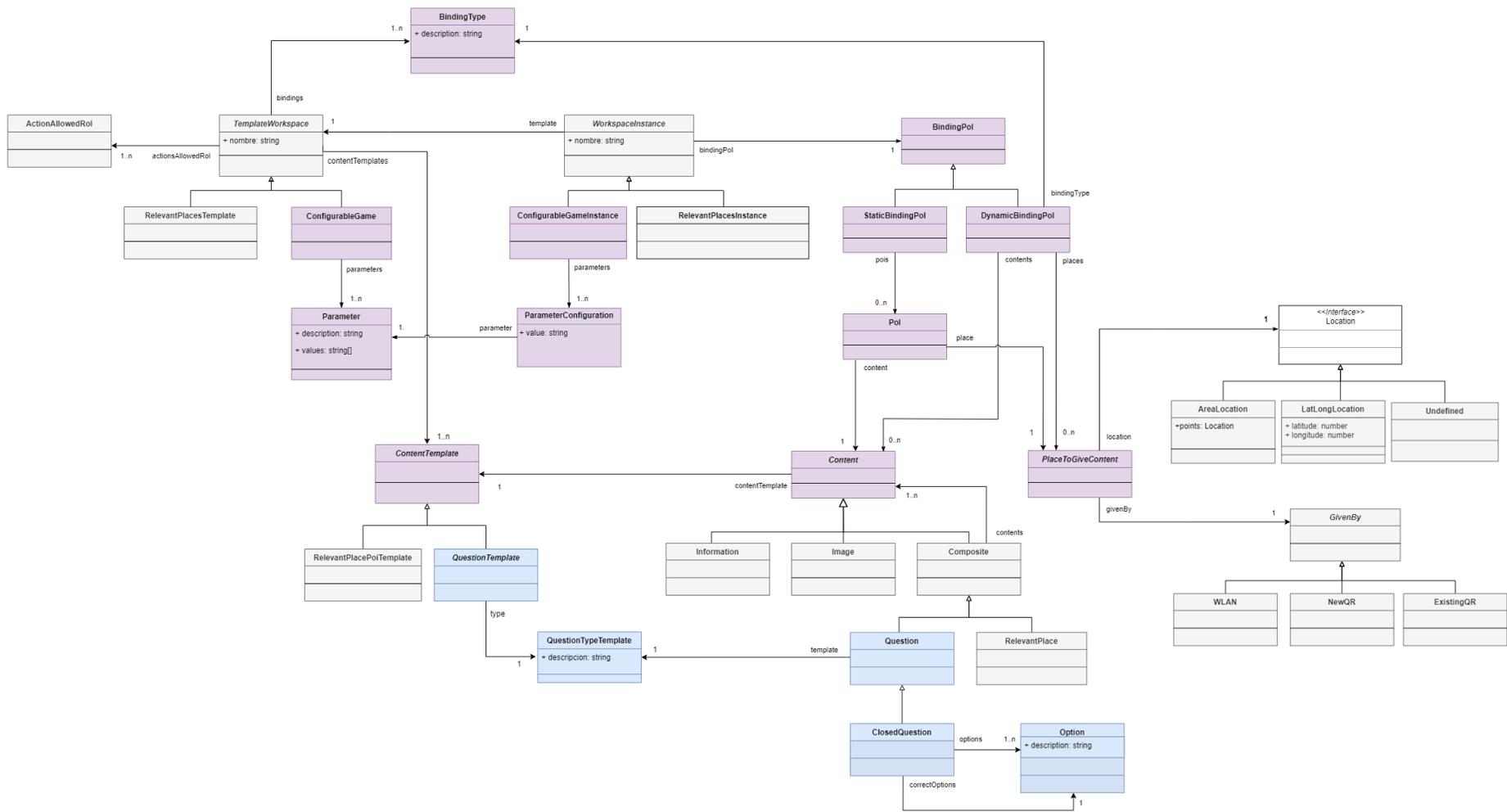


Figura 6.8: Conceptos usados en la segunda extensión de la herramienta.

6.3 Funcionamiento de la extensión realizada

Como se mencionó brevemente en las secciones anteriores, para esta nueva extensión de la herramienta se decidió partir de la base de lo ya implementado y presentado en la primera extensión. Es decir que, en lugar de definir una nueva plantilla, se optó por redefinir la plantilla creada previamente agregando la lógica necesaria para poder generar los juegos móviles configurables con los parámetros elegidos.

Se puede observar en la Figura 5.9.a que en esta extensión se agrega un nuevo campo para seleccionar el tipo de posicionamiento que se utilizará en el espacio de trabajo. Como se mencionó anteriormente la herramienta base solo contaba con posicionamiento por *Situm* (el cual se describe brevemente en las secciones 3.2.2 del Capítulo 3 y se brindan más detalles en el Anexo A). Las opciones de posicionamiento provistas por esta segunda extensión se reflejan en la Figura 5.9.c, donde se incorpora un nuevo tipo de posicionamiento "*Manual*" el cual fue desarrollado dentro del marco del proyecto "*El desafío de las aplicaciones in-situ en espacios cerrados*" como se mencionó en la Sección 6.1; cabe mencionar que el autor de esta tesina participó activamente de dicho proyecto. Además, en la Figura 6.9.b se puede apreciar que se mantiene la opción del tipo de workspace "*Creación de juego móvil con Preguntas Posicionadas*" que proveía la primera extensión, pero en esta segunda se resignificó para crear juegos móviles configurables.

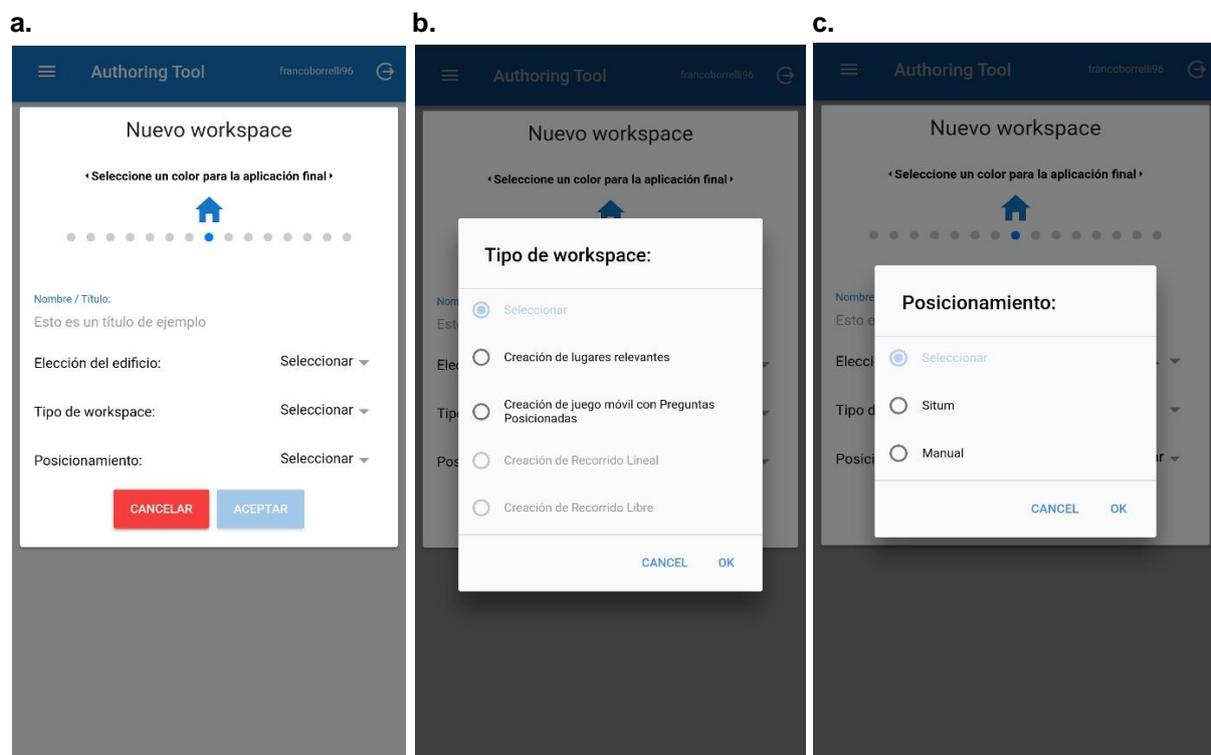


Figura 6.9: Pantallas para la creación de un nuevo workspace.

Es interesante poder ampliar en qué consiste el posicionamiento "*Manual*", el cual tiene como objetivo poder simular la posición del usuario en un espacio físico sin que necesariamente el mismo se encuentre en ese lugar. De esta forma se podría utilizar la herramienta para co-diseñar en conjunto en un lugar común, como podría ser la Facultad de informática, aunque cada uno estuviera en sus casas. Esto resultó de gran utilidad debido a la situación de

aislamiento que vivimos durante gran parte del año. El funcionamiento de este posicionamiento es bastante sencillo, se optó por mantener siempre en el centro de la pantalla el icono que representa la posición del usuario (los *piecitos*) logrando el posicionamiento a partir del desplazamiento del mapa. Es decir, donde se ve el marker de posición, es donde se encuentra el usuario. Es de interés mencionar que cuando el contenido de un PoI es provisto por WLAN se debe estar en cercanía del mismo, esto se realiza validando que el usuario esté dentro del edificio donde está el PoI. Este control se realiza usando la librería de *Google Maps* la cual toma el posicionamiento actual del usuario; y es indistinto si el posicionamiento fue realizado usando *Situm* o de forma *Manual*.

Al crear un nuevo workspace del tipo “*Creación de juego móvil con Preguntas Posicionadas*” y acceder por primera vez al mismo, se muestra una nueva pantalla desde donde se solicitará al creador del workspace que ingrese la configuración inicial deseada para su juego. Esta pantalla puede apreciarse en la Figura 6.10.

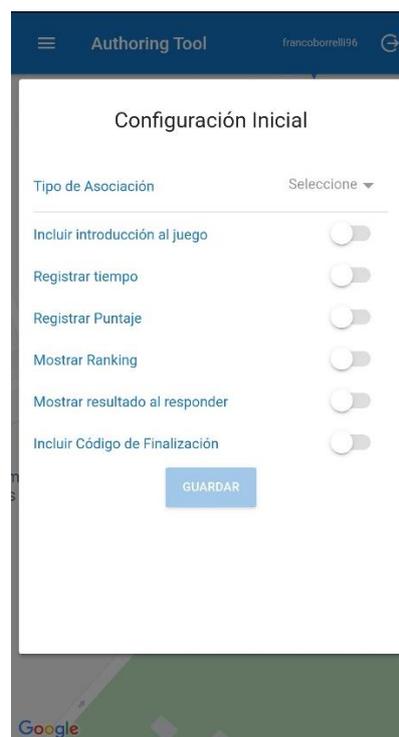


Figura 6.10: Configuración inicial del workspace del tipo “*Creación de juego móvil con Preguntas Posicionadas*”.

Se puede observar que la pantalla de la Figura 6.10 dos secciones de configuración que se separan por medio de una línea divisoria, las cuales se explicarán a continuación.

La primera de estas secciones de la Figura 6.10 es utilizada para seleccionar el tipo de *binding* que se utilizará para asociar las preguntas con los lugares en el juego. De acuerdo a lo mencionado en la Sección 6.1 se definen dos tipos de *bindings*: uno estático, donde las preguntas se crean posicionadas en lugares; y otro dinámico, donde las preguntas y los lugares son creados por separados y luego asociados al jugar siguiendo alguna estrategia.

Para facilitar el entendimiento del usuario al utilizar la herramienta, se optó por incluir junto a cada una de estas opciones una pequeña explicación sobre su funcionamiento como se puede observar en la Figura 6.11.

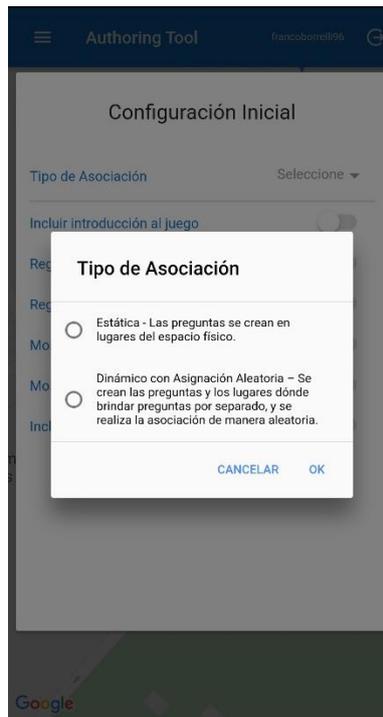


Figura 6.11: Menú para la selección del tipo de *binding*.

Respecto al tipo de *binding* dinámico, como se mencionó en la Sección 6.1, se podría contar con diferentes estrategias para vincular las preguntas con los lugares. Para la segunda extensión se implementaron dos estrategias:

- *Asignación fija*: Donde al iniciar el juego se asignan las preguntas a los lugares, y estas permanecen fijas durante todo el juego.
- *Asignación al acceder*: La asignación pregunta-lugar se hace de manera dinámica cuando el usuario accede al contenido del lugar se le asigna en ese momento una pregunta (dentro del conjunto de las no respondidas hasta el momento). Esta alternativa puede resultar interesante sobre todo cuando se cuenta con más preguntas que lugares definidos. De esta forma se podría contar con juegos donde las preguntas varían entre juego y juego.

Para seleccionar alguna de estas estrategias implementadas, la aplicación habilita una nueva opción al seleccionar el tipo de asociación dinámica, como puede observarse en las Figuras 6.12.a y 6.12.b.

Cabe mencionar que se tomó como decisión de diseño que el parámetro de configuración del tipo de *binding* solo puede ser definido al momento de crear el workspace y que el mismo no pueda ser modificado en el futuro. Esto se decidió debido a que de acuerdo al *binding* elegido se utilizan diferentes mecanismos para crear tanto preguntas como lugares. Sin embargo, la estrategia asociada al *binding* dinámico si puede ser modificada durante la etapa de co-diseño.

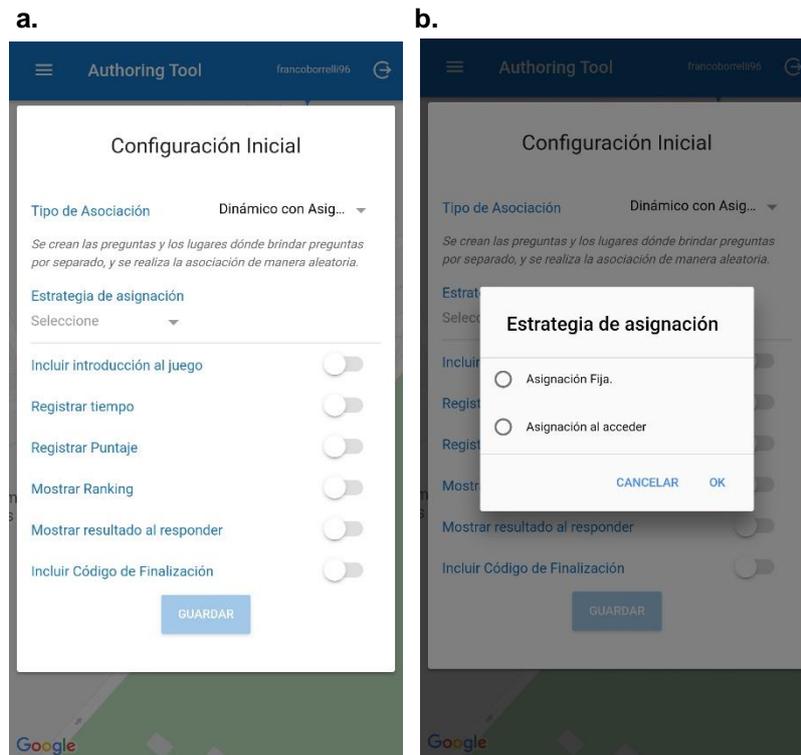


Figura 6.12: Menú para la selección del tipo de estrategia de *binding* dinámico.

La segunda sección delimitada en la Configuración Inicial (Figura 6.10) lista parámetros de configuración que permiten crear diferentes tipos de juegos. Es de interés mencionar por que se opta por mantener por separado estas subsecciones. El tipo de *binding* habilita diferentes pantallas y funcionalidades en los distintos estados del espacio de trabajo. Sin embargo, los parámetros de configuración de la segunda sección solo repercuten en el estado de “*Versión pública final*”, es decir, al momento de jugar. Además, los parámetros de configuración de esta segunda sección, a diferencia de las de la primera, pueden editarse posteriormente en cualquiera de los estados de edición.

A continuación, se presentará cada uno de los parámetros de configuraciones de la Figura 6.12.a mencionado el impacto cuando el espacio de trabajo del juego está en la “*Versión pública final*”:

- *Incluir introducción del juego.* Permite agregar un mensaje introductorio cuando el jugador accede por primera vez al juego. Al habilitar el selector, se habilita también un nuevo campo para escribir un mensaje como se muestra en la Figura 6.13.a. A su vez, se puede apreciar en la Figura 6.13.b el mensaje cómo lo vería un participante del juego al entrar al jugar.
- *Registrar tiempo.* Esta opción es utilizada para definir si al momento de jugar se controlará el tiempo del jugador o no. En la Figura 6.14.a puede apreciarse cómo visualiza el jugador el tiempo cuando este parámetro se ha habilitado en la etapa de co-diseño; se puede observar que aparece un contador de tiempo similar al utilizado en la primera extensión. La Figura 6.14.b muestra el mismo escenario de juego, pero cómo se comportaría si este parámetro hubiera sido desactivado en la etapa de co-diseño.

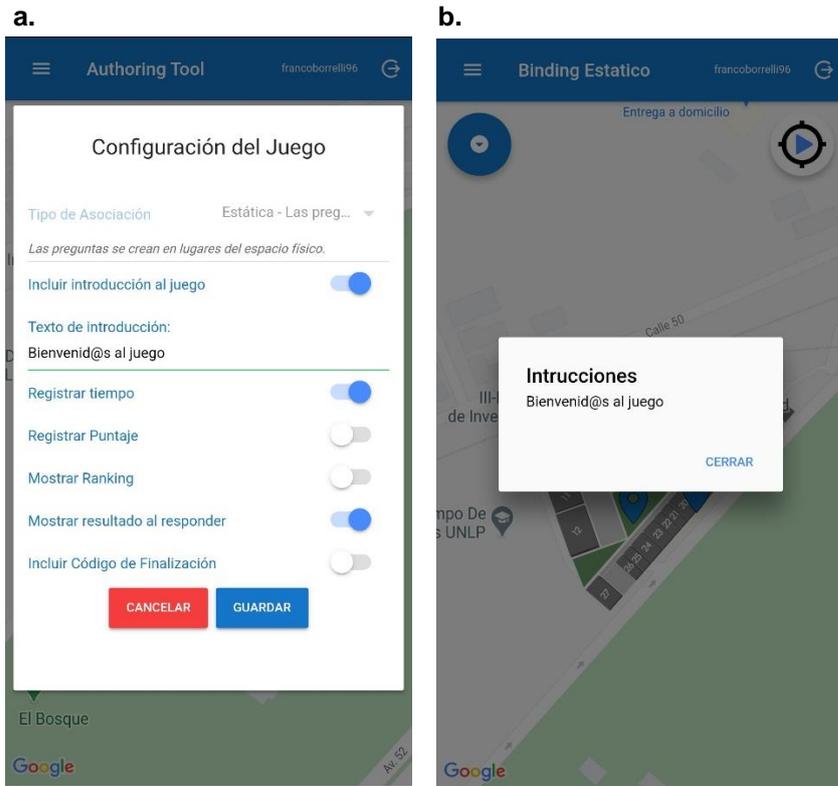


Figura 6.13: Configuración para incluir introducción al juego y cómo la misma se visualiza en el juego.

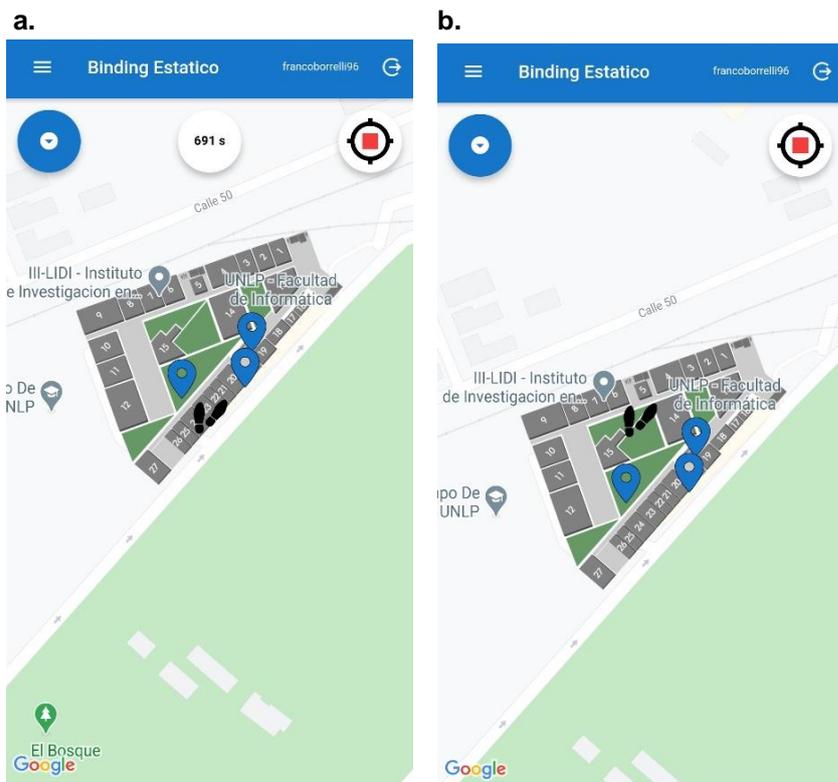


Figura 6.14: Reflejo en el juego de la opción registrar tiempo habilitada o deshabilitada.

- **Registrar Puntaje.** Este parámetro permite definir si registrarán puntajes para los jugadores o no. Al habilitar esta opción, aparece un nuevo campo donde se espera que el usuario ingrese la cantidad de puntos que se le otorgaran al jugador en caso de responder correctamente. Esto puede observarse en la Figura 6.15.a. Durante el juego al responder correctamente el jugador es informado que sumó esta cantidad de puntos como se muestra en la Figura 6.15.b.

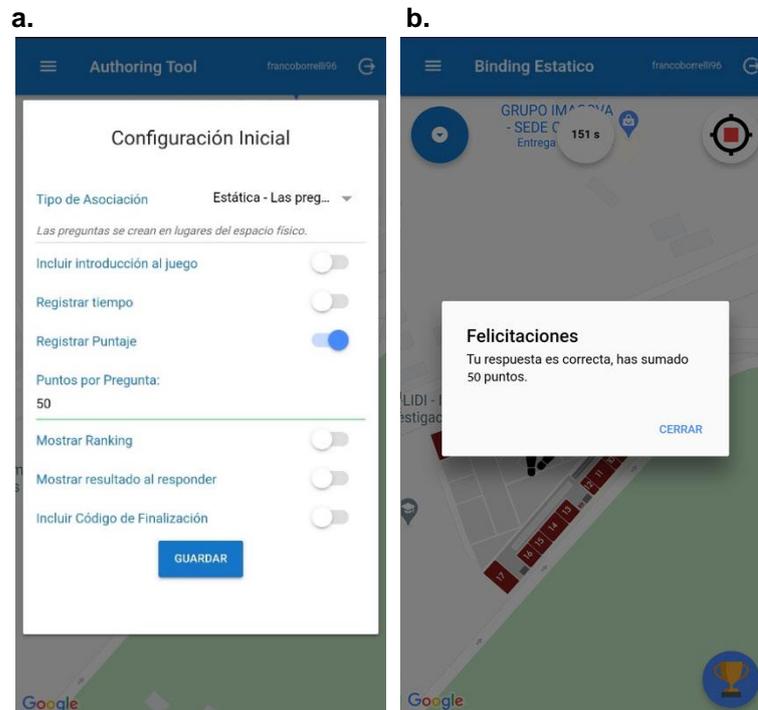


Figura 6.15: Configuración para registrar puntaje y cómo el jugador ve el mismo al responder bien.

- **Mostrar Ranking.** Permite mostrar la opción para visualizar el podio de jugadores presentada en la primera extensión. Es importante notar que se tuvieron que hacer algunos cambios respecto a la primera versión en la forma de ordenar el podio. En particular este ranking de jugadores tomara diferentes criterios de ordenamiento dependiendo de la activación de otras funcionalidades:
 - Si está habilitado el registro de puntajes de usuarios, este criterio toma mayor relevancia.
 - En caso de no estar habilitado el registro de puntajes, pero si el registro de tiempo; se utiliza este criterio; es decir quien haya tardado menos tiempo logrará un lugar más alto en el podio.
 - Si no están habilitadas las opciones anteriores (*registro de puntaje y registro de tiempo*), el orden estará establecido de acuerdo al orden de finalización. Se podría creer que este criterio podría llegar a ser idéntico al criterio anterior; sin embargo, hay una sutil diferencia. Ordenando por tiempo, los diferentes participantes podrían jugar en diferentes momentos garantizando un lugar en el podio si es que logran terminar más rápido. Con el criterio de orden de finalización siempre se va a tener en cuenta el orden en que jugaron y terminaron. Este caso podría ser útil cuando se pretende que todos los

jugadores jueguen al mismo tiempo.

En las Figuras 6.16.a y 6.16.b se pueden observar las diferencias en la “Versión pública final” dependiendo si el parámetro de *mostrar ranking* está habilitado o no. Además, en las Figuras 6.16.c y 6.16.d se muestra cómo se muestran los rankings dependiendo de las opciones habilitadas. En la Figura 6.16.c puntaje y tiempo mientras que en la Figura 6.16.d el puntaje está deshabilitado.

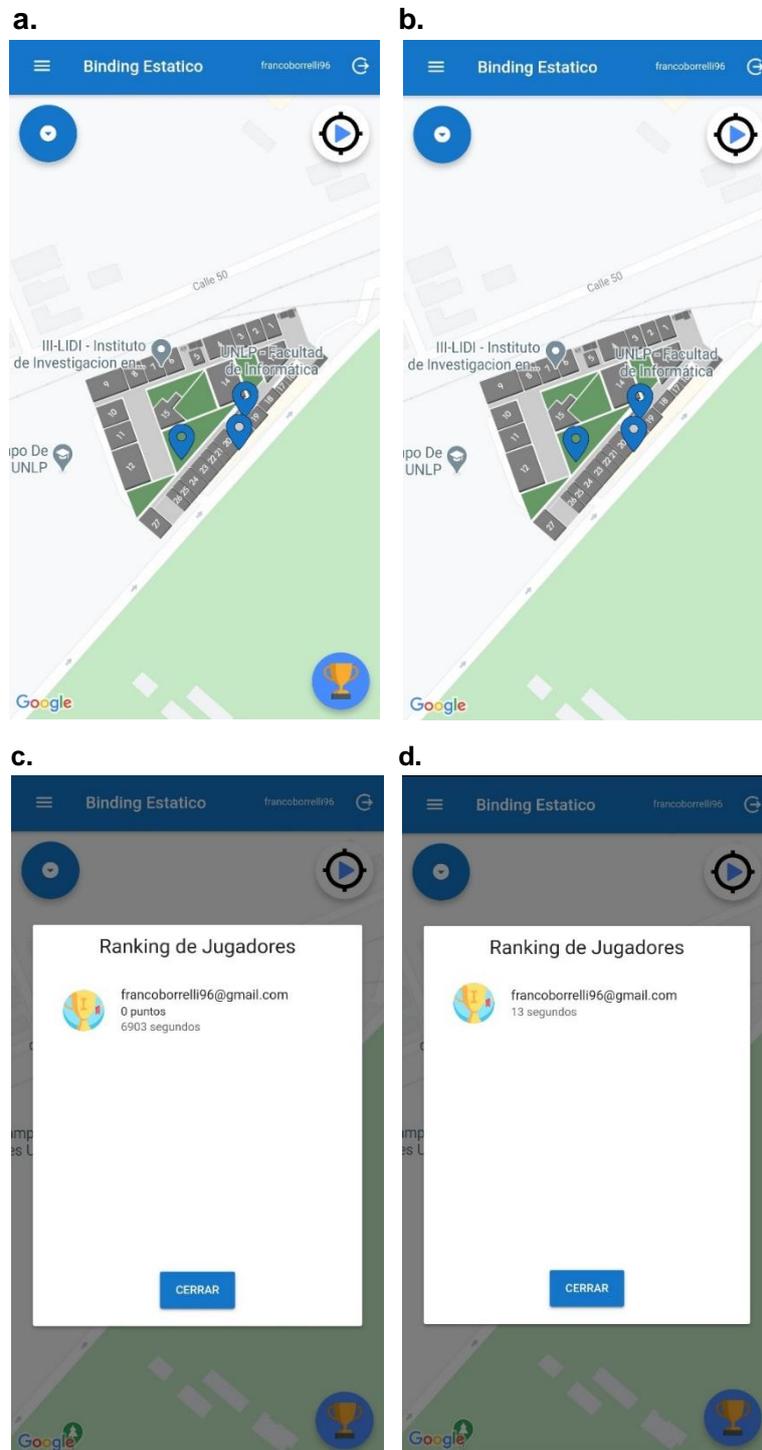


Figura 6.16: Configuración para mostrar Ranking y cómo el jugador ve el mismo al momento de jugar

- **Mostrar resultado al responder.** En caso de estar habilitada esta opción, con cada nueva pregunta que el participante responde, la aplicación le avisa al usuario el resultado:
 - En caso de haber respondido correctamente el participante recibirá un mensaje de felicitación. Si además está habilitado el registro de puntajes, le avisará cuántos puntos ganó. De forma similar a la primera extensión, tras responder la pregunta asociada al Pol, el marker cambiara a color verde.
 - En caso de haber respondido incorrectamente, el participante será avisado de esta situación y se le indicará cuál era la respuesta correcta. A diferencia de la primera extensión, donde tras responder incorrectamente el marker se ponía de color gris, en esta segunda extensión se optó por cambiar dicho color a rojo.

En el caso de deshabilitar la opción, el participante no tendrá feedback de cómo va respondiendo cada pregunta. En este modo, tras responder una pregunta, el marker asociado no cambia ni a color verde ni a rojo, sino que queda en color gris, para indicar que la pregunta fue contestada.

En la Figura 6.17a puede observarse un juego en progreso que fue configurado con el parámetro “Mostrar resultado al responder” activo. Se puede apreciar que el participante contestó hasta el momento dos preguntas, una correctamente y la otra incorrectamente. En la Figura 6.17.b representa un juego que fue configurado con el parámetro “Mostrar resultado al responder” desactivado; en este caso solo se puede apreciar que el jugador respondió dos preguntas, y no se sabe cómo lo hizo.

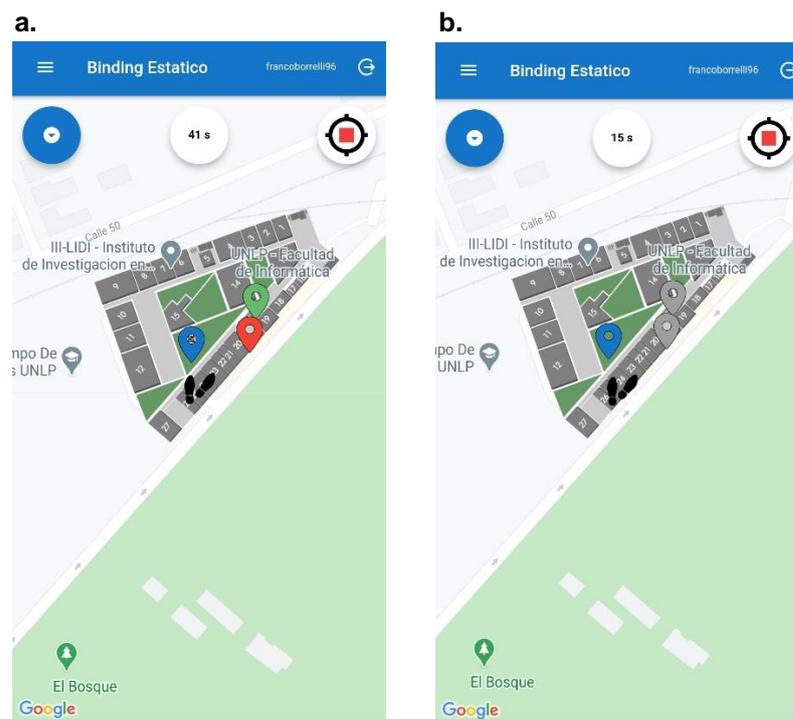


Figura 6.17: Configuración para mostrar respuesta a pregunta y cómo visualiza el jugador dependiendo de si este parámetro está activo o no.

- **Incluir código de finalización.** Este parámetro permite indicar que el jugador tiene que ingresar un código de finalización para poder dar por concluido el juego. Esto surgió a partir de la incorporación que se hizo en el juego presentado en la Sección 5.5 donde este código era brindado en el stand. Desde la pantalla de configuración, al activar esta opción aparece un nuevo campo para que el usuario ingrese el código de finalización esperado como puede observarse en la Figura 6.18.a.

En las Figuras 6.18.b y 6.18.c se pueden visualizar los mensajes que se les muestran a los participantes del juego en la “*Versión pública final*” tras terminar de contestar todas las preguntas dependiendo de si el juego está configurado para ingresar código (Figura 6.18.b) o no (Figura 6.18.c).

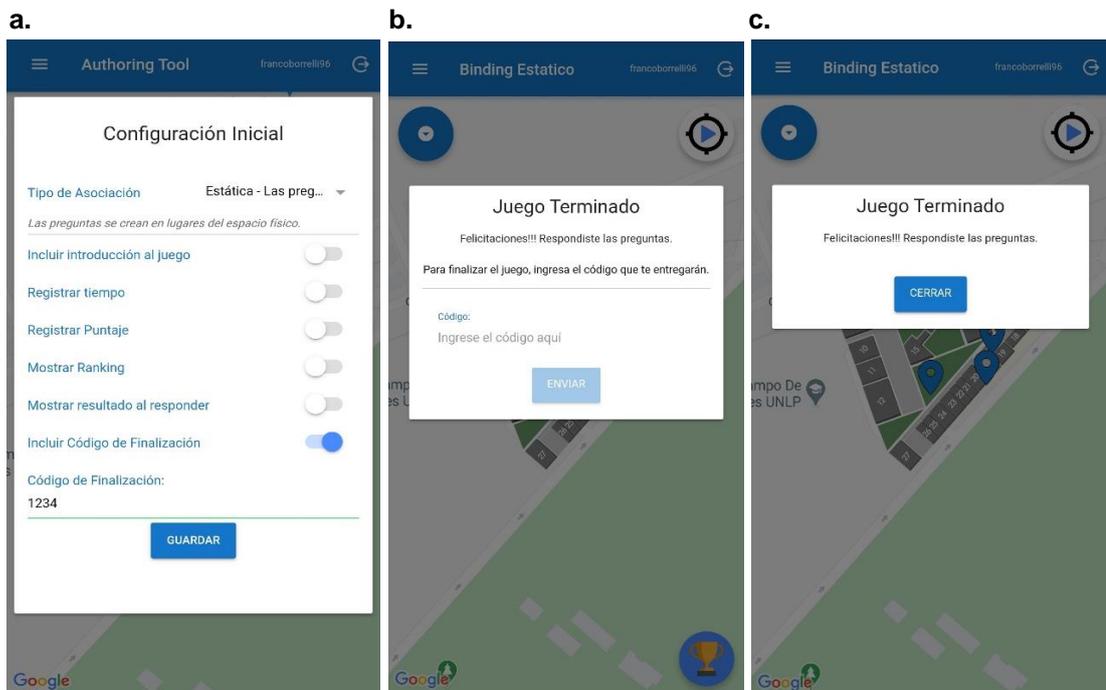


Figura 6.18: Configuración para incluir un código de finalización y cómo visualiza el jugador dependiendo de si este parámetro está activo o no.

De esta manera quedan detallados cada uno de los posibles parámetros de configuración provistos por la segunda extensión de la herramienta. Al completar el proceso de configuración inicial, el espacio de trabajo queda en estado “*Edición del creador*”.

Es importante mencionar que se agregó una nueva opción al menú contextual del espacio de trabajo denominada “*Configuración del Juego*”, la cual es solo visible al creador del mismo como se puede apreciar en la Figura 6.19.a. Esta opción permite acceder a las configuraciones y es posible editarlas (si es que se encuentra en alguno de los estados de edición), esto se observa en la Figura 6.19.b. donde además se puede apreciar que las configuraciones asociadas al *binding* están deshabilitadas.

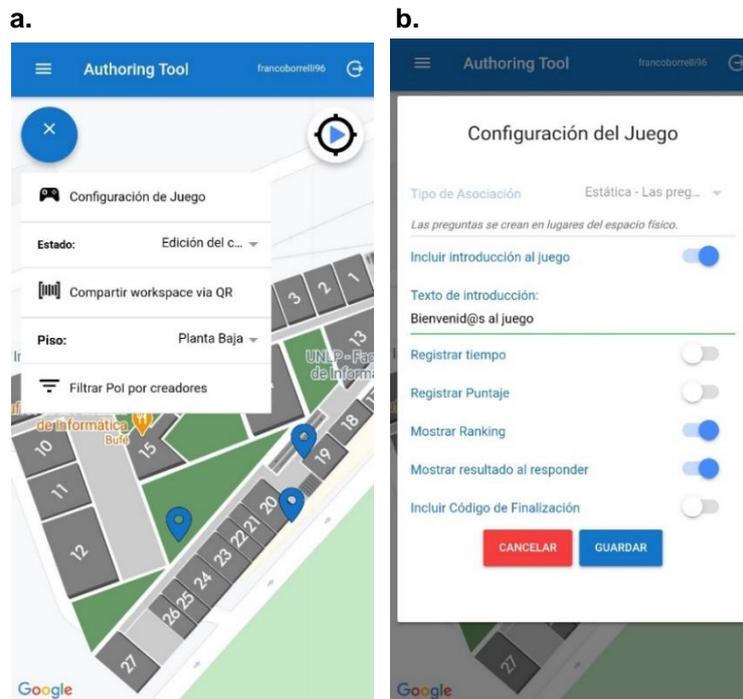


Figura 6.19: Edición de los parámetros de configuración.

Como mencionamos anteriormente, el proceso de creación de las preguntas y lugares va a variar dependiendo de si se eligió utilizar un *binding* estático o dinámico. Para facilitar la explicación, se describe primero el proceso de creación para el *binding* estático, y luego para el dinámico.

El proceso de creación por *binding* estático es bastante similar al presentado para la primera extensión de la herramienta, aunque con dos principales diferencias. En primer lugar, se puede apreciar la Figura 6.20 que el botón para la creación de Pol se vio modificado para reflejar que se están creando lugares que tienen preguntas vinculadas.

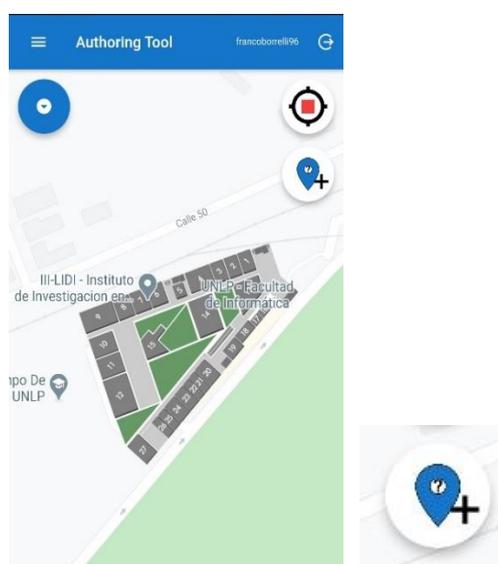


Figura 6.20: Pantalla inicial de creación con *binding* estático.

En segundo lugar, en la primera extensión, se contaba con los campos de “nombre” y “descripción” asociados al Pol; para la segunda extensión se decidió sacarlos; y además la foto pasó a ser opcional. Esto se puede apreciar en la Figura 6.21.a. Otro cambio fue ampliar el tipo de preguntas, para permite otros tipos de preguntas cerradas como lo son las “múltiple choice” y las preguntas del tipo “ingrese respuesta” como se observa en la Figura 6.21.b.

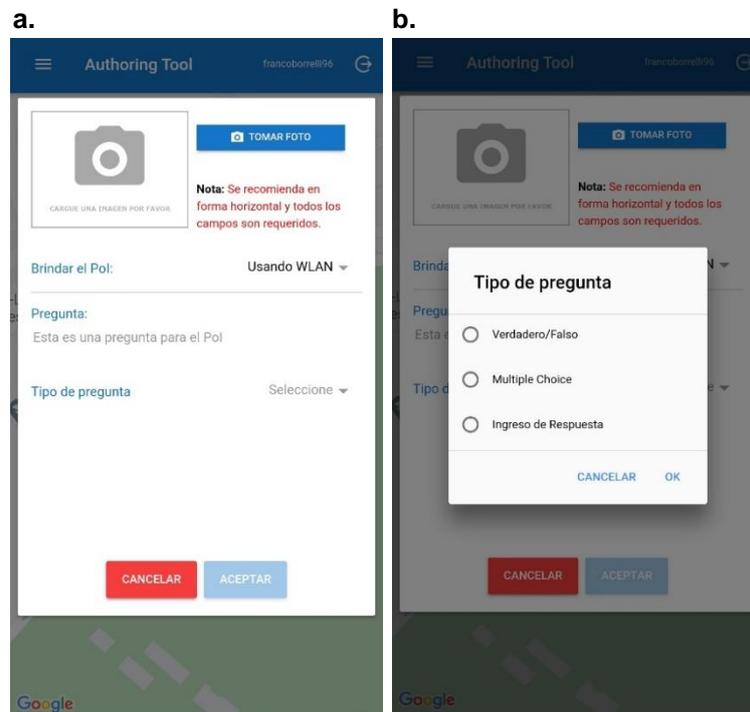


Figura 6.21: Pantalla de creación de Pol con *binding* estático.

Veamos ahora cómo es la carga de cada uno de los tipos de preguntas. Al seleccionar el tipo de pregunta “Verdadero-Falso” de la Figura 6.21.b. se desligan la posibilidad de elegir si la respuesta es verdadera o no como se observa en la Figura 6.22.a. En caso de ser falsa, se presenta, además, un campo adicional para que especifique cuál sería la respuesta correcta como se aprecia en la Figura 6.22.b.

En caso de elegir de la Figura 6.21.b la opción “múltiples choice” se muestra una pantalla cómo se puede apreciar en la Figura 6.23.a.; inicialmente se brinda la posibilidad de ingresar dos posibles opciones, con la posibilidad de adicionar hasta dos más. Cada una de estas opciones además se incluye un botón para indicar si es o no la opción correcta. En la Figura 6.23.b, se puede apreciar que cuándo se agregan más de dos opciones, aparece un nuevo botón que permite eliminar una de las opciones detalladas.

Para las preguntas múltiple choice, se tomaron algunas decisiones de diseño que son importantes mencionar. En primer lugar, se optó que solo una de las opciones sea la correcta. En segundo lugar, se optó porque se puedan crear preguntas con hasta cuatro opciones. El motivo de esta decisión fue evitar problemas en la visualización de todas las opciones cuando la pantalla del dispositivo es pequeña.

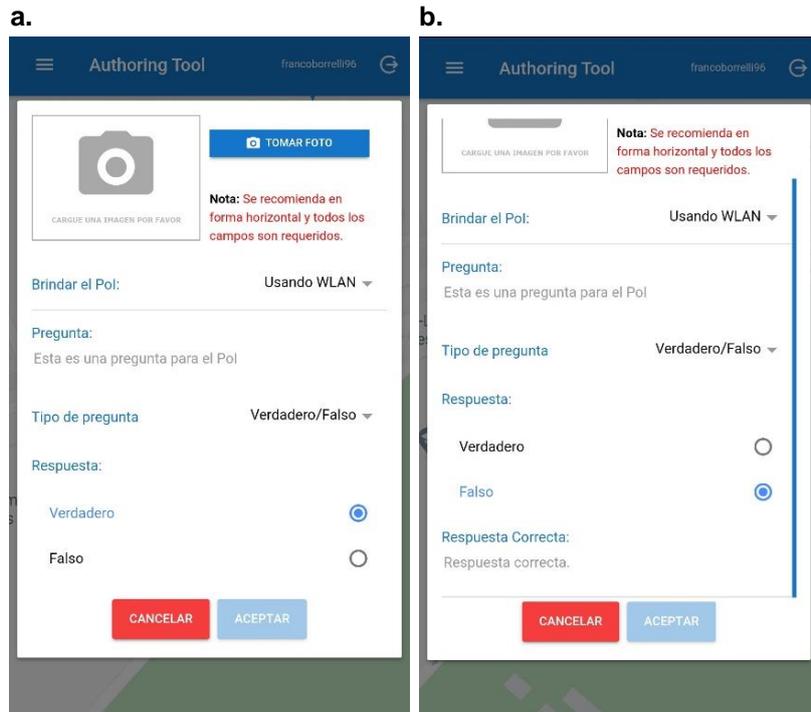


Figura 6.22: Creación de Pol con preguntas verdadero-falso en *binding* estático.

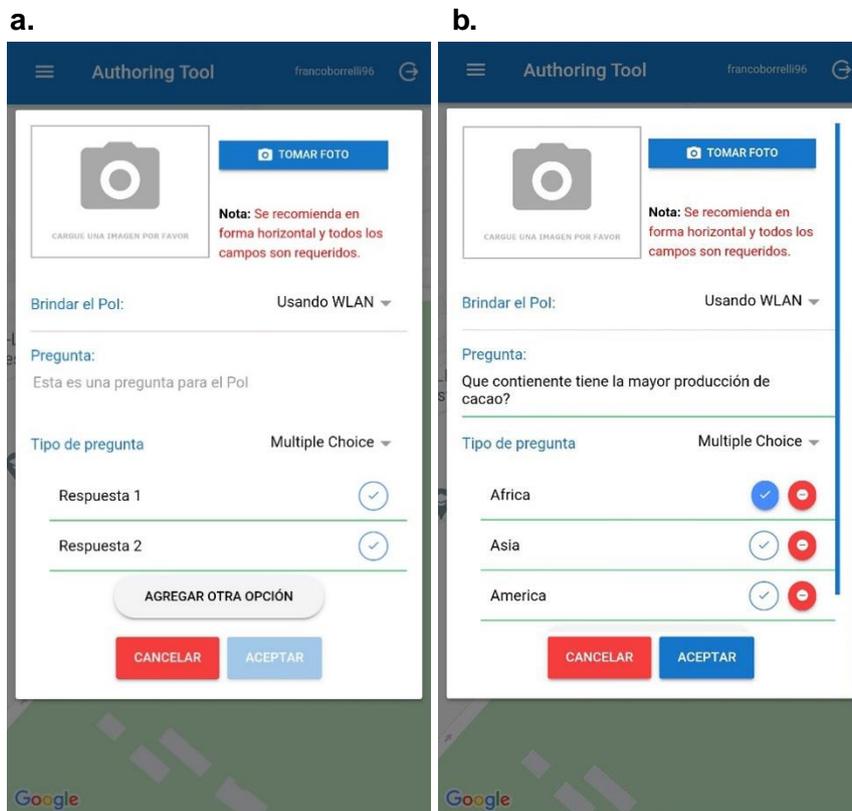


Figura 6.23: Creación de Pol con preguntas “múltiple choice” en *binding* estático.

En la Figura 6.21.b además se cuenta con la opción “ingreso de respuesta”, al elegir la misma se especifica un campo para especificar cuál sería la respuesta correcta. Es importante mencionar que para facilitar la jugabilidad con este tipo de preguntas se optó que las

validaciones sean *case-insensitive*. La Figura 6.23 muestra un ejemplo de creación de una pregunta de este tipo.



Figura 6.23: Creación de Pol con preguntas “ingreso de respuesta” en *binding* estático.

Analicemos ahora la creación, pero con un *binding* dinámico, en este caso se cuenta con la posibilidad de crear por un lado las preguntas y por otro los lugares. Esto se logra en la interfaz agregando dos opciones como se observa en la Figura 6.24.a. Las Figuras 6.24.b y 6.24.c corresponden respectivamente a la pantalla para la creación de preguntas y la creación de lugares respectivamente.

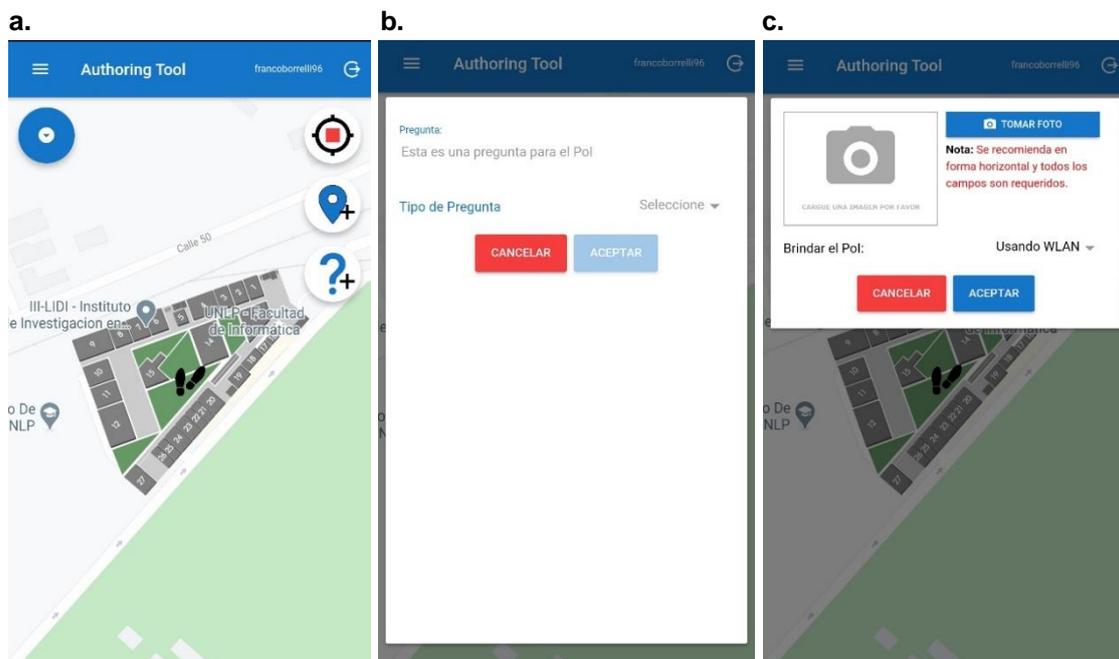


Figura 6.24: Creación de preguntas y lugares con *binding* dinámico.

Como se pudo observar en las Figura 6.24.b y 6.24.b los datos a ingresar en conjunto en ambas pantallas son los mismos a los presentados para la creación de Pol en *binding* estático (Figura 6.21.a). Así mismo es importante resaltar que el proceso de creación de los diferentes tipos de preguntas es igual al presentado para *binding* estático por este motivo no se vuelven a mostrar.

La separación de preguntas y lugares en el *binding* dinámico trajo algunas complicaciones que fueron necesarias resolver:

- Al utilizar *binding* estático, la pregunta se crea en un lugar, por lo que para editar una pregunta no hace falta más que seleccionar el marker en el mapa y abrir la vista de edición. Sin embargo, al utilizar *binding* dinámico las preguntas no se asocian a lugares físicos hasta el momento de jugar, y por tanto se necesitó una alternativa para poder listar las preguntas, para editarlas y poder borrarlas en caso de ser necesario. Esto llevó a incluir una nueva opción en el menú contextual que permita listar las preguntas del juego como se puede apreciar en la Figura 6.25.

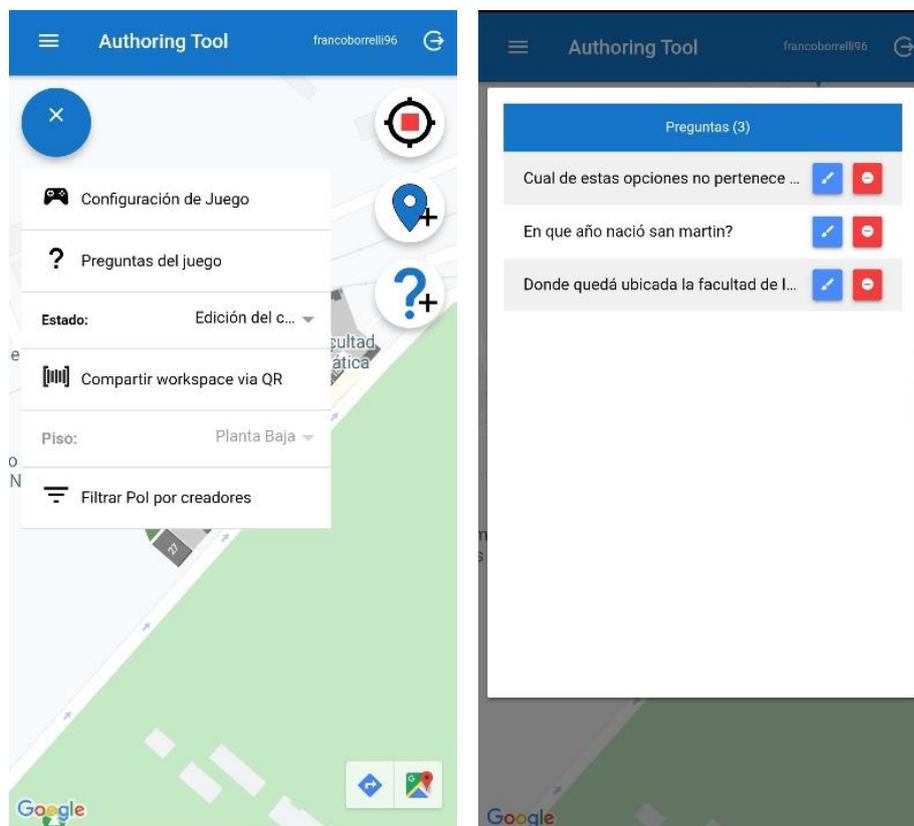


Figura 6.25: Acceso al listado de preguntas en *binding* dinámico.

- Por cada lugar creado y elegido visible en la etapa de acuerdo, en la “*Versión final pública*”, debería existir siempre al menos una pregunta que se pueda asociar al mismo. Es decir, no se debería poder jugar un juego donde el número de preguntas es menor a la cantidad de lugares a los que el participante tiene que visitar. Para solucionar este problema, se agregó una validación cuando se intenta cambiar el espacio de trabajo al estado “*Versión final pública*”. De esta forma siempre se logra

obtener una asignación adecuada. La Figura 6.26 muestra el mensaje que recibe el usuario cuando no se cumple la condición indicada anteriormente.

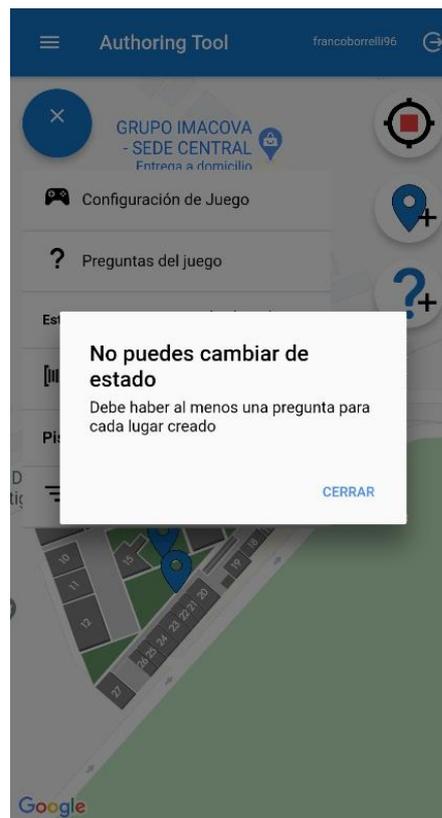


Figura 6.26: Validación de cantidad de preguntas en *binding* dinámico.

- En la plantilla de la primera extensión, así como en la opción de *binding* estático de la segunda extensión, el usuario creador del espacio de trabajo es capaz de decidir qué Pol se mostrarán y cuáles se ocultarán al llegar a la “*Versión final pública*”. Esta decisión de visibilidad sólo puede ser realizada en el estado de “*Edición del creador – Versión final*” y generalmente se hace tras acordar con los colaboradores que termina quedando visible.

Al utilizar *binding* dinámico, se requiere proveer algún mecanismo que permita definir si una pregunta también se debería considerar o no al llegar a la “*Versión final pública*”. Para esto se decidió agregar una opción al formulario de edición de las preguntas definidas como se muestra en la Figura 6.27.a.

Cabe mencionar que este campo “*Pregunta Visible*” solo aparece en el estado “*Edición del creador – Versión final*”. Por otro lado, además se agregó en el listado de preguntas un icono representativo para indicar que una pregunta fue ocultada como se observa en la Figura 6.27.b.

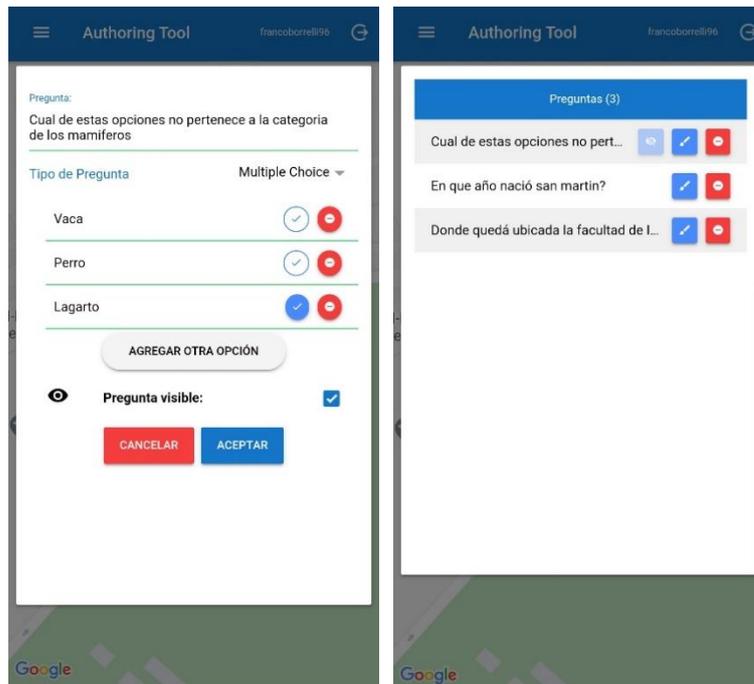


Figura 6.27: Mecanismo para ocultar preguntas en el estado “Edición del creador – Versión final”.

Otra pequeña diferencia entre los tipos de *binding* que se implementó para los estados de edición de los espacios de trabajo tiene que ver con la forma de mostrar los markers. Al utilizar *binding* estático, al hacer clic sobre un marker en esta segunda extensión se muestra el tipo de pregunta asociada como se puede apreciar en la en la Figura 6.28.

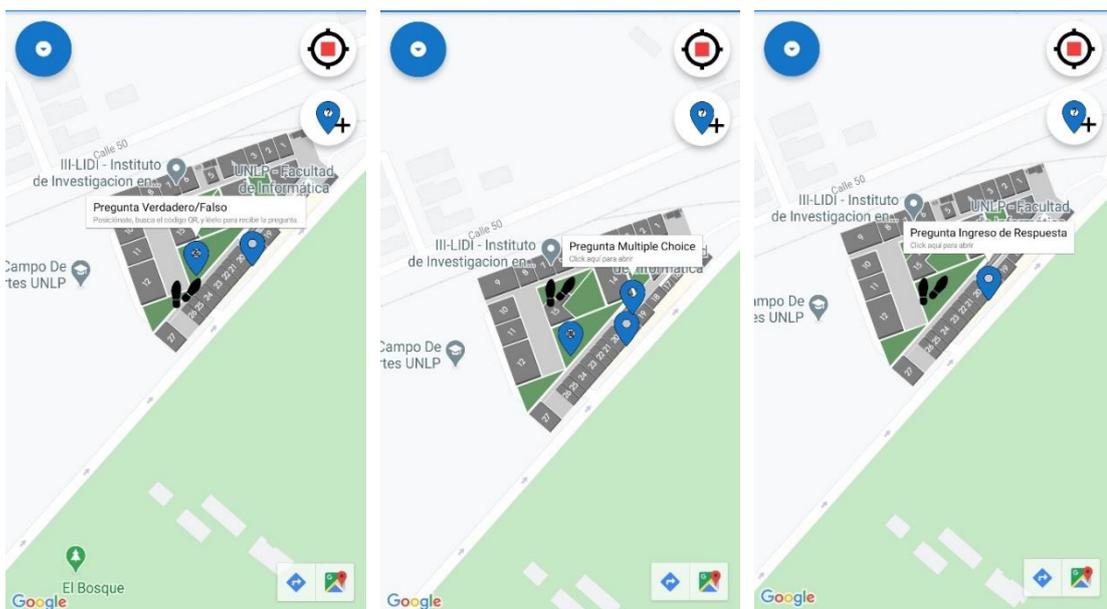


Figura 6.28: Vista de markers en las pantallas de edición con *binding* estático.

En el caso de utilizar *binding* dinámico, solamente se muestra la leyenda “Lugar” como puede observar en la Figura 6.29.

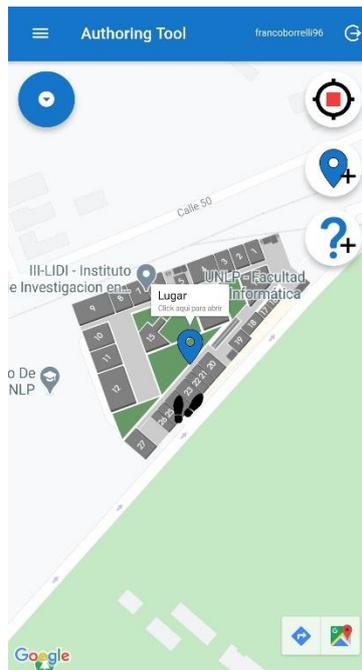


Figura 6.29: Vista de markers en las pantallas de edición con *binding* dinámico.

Finalmente, fue necesario diseñar pantallas para responder las diferentes preguntas durante el juego. En la Figura 6.30 se muestra un ejemplo de visualización de cada uno de los tres tipos de preguntas. Para evitar confusión en todas se decidió agregar un botón de confirmación. Cabe destacar que no tienen foto asociada ya que no se ha sacado ninguna asociada al lugar.

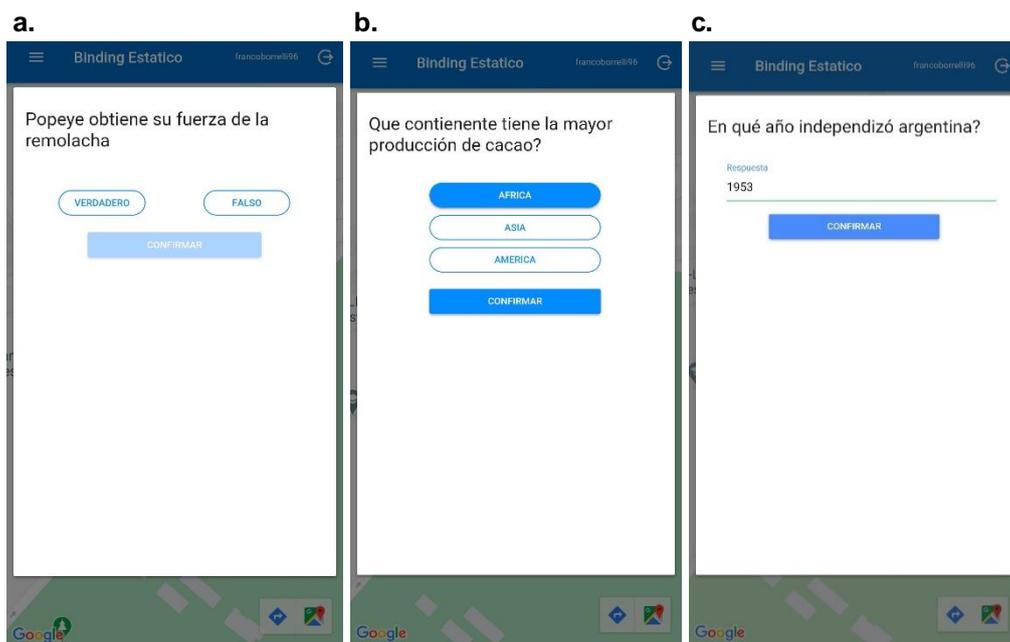


Figura 6.30: Visualización de los diferentes tipos de preguntas durante el juego.

Cabe mencionar que la visualización de la Figura 6.30 se podría corresponder a cualquiera de los dos tipos de *binding* ya que durante el juego para el jugador es transparente el mecanismo que se utilizó para asignar la pregunta al lugar.

A modo de resumen se presenta en la Tabla 6.1 las funcionalidades de la primera extensión de la herramienta que fueron modificadas para lograr la extensión descrita anteriormente. Además, se describen las funcionalidades nuevas que tuvieron que ser implementadas desde cero para esta segunda extensión.

Tabla 6.1: Modificaciones realizadas sobre la primera extensión de la herramienta.

Característica	Descripción
Tipos de Preguntas Provistas por la plantilla	En la primera extensión de la herramienta se creó una plantilla que daba soporte para preguntas de tipo verdadero-falso. Esta plantilla en la nueva versión fue extendida para brindar soporte a otras preguntas cerradas como las múltiple choice y las preguntas de tipo "ingreso de respuesta".
Parámetros de configuración	Si bien muchas de las funcionalidades asociadas a la jugabilidad fueron implementadas para la primera extensión, en esta nueva versión se incorporó la posibilidad de poder optar o no con estas funcionalidades a la hora de jugar. Además, se brinda al usuario la posibilidad de poder definir ciertos criterios como la cantidad de puntos o el código de finalización.
Binding de Preguntas	<p>Una de las principales implementaciones realizadas para esta segunda extensión tiene que ver con la forma en que se generan los Pol. Como mencionamos anteriormente en la Sección 5.4, una de las lecciones aprendidas con la primera extensión es que no todas las preguntas son necesariamente contextuales a las posiciones del espacio físico. Esto llevó a definir dos formas de asociación entre preguntas y lugares. La primera, el <i>binding</i> estático es similar al de la primera extensión en donde la pregunta se crea junto con la información del lugar. La segunda, el <i>binding</i> dinámico, plantea la creación de las preguntas y los lugares por separado.</p> <p>El soporte para un <i>binding</i> dinámico implicó:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Definir estrategias para vincular dinámicamente preguntas con lugares. ➤ Generar cambios en los estadios de edición para poder crear, ver y editar tanto las preguntas como los lugares. ➤ Agregar lógica de validación para controlar que el número de preguntas sea al menos igual al de la cantidad de lugares.

Característica	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Proveer un mecanismo para ocultar las preguntas acordadas de forma similar a como se hacía para los Pol.
<p>Nuevo template (plantilla) para crear y editar lugares</p>	<p>En esta segunda extensión se modifica el formulario para la creación de lugares tanto en <i>binding</i> estático como en <i>binding</i> dinámico. Se eliminan campos como “nombre” y “descripción” y se define opcional la “foto”.</p> <p>Adicionalmente, se incorpora la posibilidad de poder editar la “foto” asociada al lugar durante el proceso de edición.</p>
<p>Visualización de los markers durante el juego.</p>	<p>En la primera extensión, presentada en el Capítulo 5, se había decidido que los markers cambien de color para reflejar el estado de la pregunta durante el juego. De esta forma los markers azules reflejaban preguntas pendientes, las verdes preguntas correctas y las grises preguntas incorrectas. En la segunda extensión se plantean dos esquemas dependiendo de la activación o no del parámetro “<i>Mostrar resultado al responder</i>”:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Al estar activo, se seguirá un esquema similar al de la primera extensión, con la diferencia de que las preguntas incorrectas ahora se muestran en rojo como se observa en la Figura 6.17. ➤ Al estar desactivado, todas las preguntas pendientes se mostrarán en azul y las contestadas (ya sea correcta o incorrectamente) en color gris.
<p>Mejoras para el testeo de los juegos</p>	<p>La primera extensión realizada sólo permitía a los jugadores jugar el juego una única vez. Esto podría resultar molesto para la persona encargada de crearlo, más aún si es que está desea probar diferentes tipos de configuraciones. Por este motivo se decidió que, en esta segunda versión, el creador del workspace puede jugar el juego creado todas las veces que quiera. Como consideración de diseño, se debe mencionar que, para iniciar un nuevo juego, el creador deberá haber terminado el juego iniciado previamente.</p>
<p>Incorporación de funcionalidades complementarias</p>	<p>Se incorporan funcionalidades desarrolladas durante el proyecto “<i>El desafío de las aplicaciones in-situ en espacios cerrados</i>” (Anexo B.3) en el que participó el autor de esta tesina.</p>

Característica	Descripción
	<p>En particular se incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Posibilidad de mover un marker de lugar seleccionando el mismo y arrastrándolo en el mapa. ➤ Posicionamiento “<i>Manual</i>”, el cual permite simular que el usuario se encuentra en el espacio físico.

6.4 Co-diseño in-situ de un juego usando la segunda extensión de la herramienta

En la Sección 5.4 se mencionaron distintas reflexiones sobre la etapa de co-diseño y cómo buscar la mejor manera de abordar el mismo. Esto es planteado además por [Carlgrén et al. 2016] dónde se menciona que es fundamental enmarcar el framework usado de *Design Thinking* para que tenga sentido para el dominio que se está resolviendo.

Acorde a lo antes mencionado se empieza a analizar si el framework conceptual de abordaje de co-diseño presentado en la Sección 4.1 era el más adecuado en combinación con la segunda extensión de la herramienta; buscando lograr un co-diseño ágil que se ajuste mejor a las funcionalidades de esta segunda extensión.

Se analizó si se podría llevar a cabo dicho abordaje con otro framework existente de *Design Thinking* [Micheli et al., 2019]; encontrando que el framework de IDEO [Brown, 2008] podría ajustarse bien a la actividad de co-diseño. Esta decisión se basa principalmente en que las etapas que define el framework de IDEO se ajustan bien al tipo de co-diseño que se desea realizar con la segunda extensión de la herramienta.

El framework de IDEO [Brown, 2008] define tres etapas: Inspiración, Ideación e Implementación. Vemos brevemente en aborda cada una y cómo se podrían relacionar con el tipo de co-diseño que se quiere llevar a cabo.

- *Inspiración*: esta etapa se refiere a encontrar la inspiración de lo que se quiere obtener como resultado, en nuestro caso un juego. Es decir, en esta etapa hay que definir la temática del juego. La temática da el marco del juego, esto podría decidirse usando *Brainstorming* o *Brainwriting* [Heslin, 2009], y luego filtrar estas ideas usando algún otro tipo de recursos, por ejemplo, votación anónima.
- *Ideación*: en esta etapa surgen las ideas y se seleccionan cuáles llevar a cabo. En nuestro caso, involucra primero decidir el tipo de binding y configuración en relación al juego. Esto permite crear con la herramienta las preguntas afines a la temática elegida, siguiendo el tipo de binding definido, acorde a esto se puede, por ejemplo:
 - Para *binding estático*, que cada colaborador defina preguntas posicionadas y luego acordar cuáles terminan quedando en el juego. Se pueden usar

materiales auxiliares para la etapa de acuerdo, como se mostró en las experiencias del Capítulo 4 y 5.

- Para *binding dinámico*, generar preguntas usando la actividad de *Brainwriting* [Heslin, 2009] y luego usando un ranking de votación para dejar las más atractivas; y las seleccionadas pasarlas a la herramienta. Luego, usar la herramienta para que los colaboradores definan posibles lugares a dónde brindar contenido, para luego acordar qué lugares terminan quedando.

Estos son dos posibles ejemplos de abordaje, cada experiencia podría combinar o usar la herramienta de diferente manera. Se plantean estas posibilidades a fin de poder mostrar cómo se puede co-diseñar usando la herramienta.

- *Implementación*: en esta etapa se lleva a cabo la implementación de las ideas generadas y seleccionadas. En nuestro caso, esto ya es brindado por la herramienta de autor acorde a las decisiones tomadas en las dos etapas anteriores. Es decir, esta etapa es automática usando la segunda extensión de la herramienta ya que se logra contar con un juego funcionando.

6.4.1 Co-diseño in-situ de un juego usando binding estático

En esta sección se describe el co-diseño realizado para un juego, dónde se decide elegir el *binding* estático dentro de las opciones de configuración provistas por la herramienta. En este co-diseño participaron los dos expertos involucrados en el juego presentado en el Capítulo 5.

Para el co-diseño se siguieron las etapas del framework de IDEO [Brown, 2008] (Inspiración, Ideación e Implementación) descritas anteriormente al principio de la Sección 6.1. Veamos qué actividades se llevaron a cabo en cada etapa del framework:

- *Inspiración*. Primero se analiza el uso que tendrá el juego que se desea co-diseñar, este caso surge con fines de pruebas de la segunda extensión y no se cuenta con ningún público objetivo como si se contaba en el Capítulo 5.

Acorde a lo antes mencionado, se decide usar la misma temática usada para el juego co-diseñado para el Capítulo 5, esto para agilizar los tiempos. Es decir, la temática del juego queda definida como “*curiosidades de la informática*”.

En un rol de creador se crea desde la segunda extensión de la herramienta este juego, se decide usar el edificio de la Facultad de Informática (UNLP), y se realizará este co-diseño usando un posicionamiento manual para poder ubicar en la facultad las preguntas posicionadas. Este nuevo espacio de trabajo que representa este juego se denominó “*DiscoverInfo reloaded*”.

Se decidió brindar un mensaje de introducción breve a fines de poder mostrar esta funcionalidad, definiendo el mismo con el siguiente texto: “*¡Bienvenid@! Este juego te propone responder tres preguntas posicionadas entre la planta baja y el primer piso de la facultad.*”. El resto de los parámetros de configuración se dejaron todos activos, preguntas respondidas correctamente se decidió suman 100 puntos y el código de finalización se definió con el valor “*DisRe2020*”. Esto se configura en la pantalla Figura 6.10 (que se mostró de la Sección 3.3).

Todas las decisiones mencionadas relacionadas a la temática, nombre del juego, selección del lugar físico (y por ende posible posicionamiento) fueron tomadas usando la técnica de *Brainstorming*, sin usar ningún otro recurso auxiliar.

- *Ideación*. Mediante una sesión de *Brainstorming* se empezó a pensar cómo co-diseñar las preguntas posicionadas del juego; al ser el mismo con fines de prueba de la segunda extensión se decidió aprovechar que se contaban con tres preguntas para la temática “*curiosidades de la informática*” para el juego co-diseñado para el Capítulo 5. Cabe mencionar que las preguntas que se tenían en el juego del Capítulo 5 eran todas verdadero-falso, con lo cual se analizó cómo transformarlas para contar con una pregunta de cada tipo de las que brinda soporte la segunda extensión.

En la Tabla 6.2 se pueden apreciar tanto la pregunta que quedó igual como las dos reformuladas una para que sea “múltiple choice” y otra para “ingreso de respuesta”.

Tabla 6.2: Preguntas co-diseñadas para el juego “*DiscoverInfo reloaded*”.

Pregunta	Respuesta	Tipo de Pregunta	Relación con las preguntas del juego del Capítulo 5
¿El primer software de la historia fue el sistema operativo CTSS («Compatible Time-Sharing System») desarrollado por el MIT y presentado en el año 1961? Verdadero - Falso	Verdadera	Verdadero/Falso	Igual
La función de cortar y pegar fue desarrollada por Larry Tesler en el año: <ul style="list-style-type: none"> • 1960 • 1981 • 1992 	1981	Multiple choice	Reformulada
De qué material estaba hecho el primer ratón (mouse) construido por Douglas Engelbart en el año 1964: _____	Madera	Ingreso de Resultado	Reformulada

Durante la sección de *Brainstorming* además se decidió mantener las mismas posiciones elegidas para el juego del Capítulo 5. Las preguntas posicionadas fueron creadas con el rol de creador como parte del juego “*DiscoverInfo reloaded*”. Se eligió para una pregunta de la planta baja que sea brindada usando WLAN (es decir, basta estar dentro del edificio de la facultad para acceder a la misma, esto es posible con el posicionamiento manual); mientras que la otra pregunta de la planta baja y la que está en el primer piso van a ser brindadas mediante un código QR nuevo (el cual es generado por la herramienta al pasar el espacio de trabajo al estado “*Versión final*”).

pública). En este caso se decidió no usar códigos QR existentes ya que no se contaba con la posibilidad de estar físicamente en el edificio de la facultad para leer los mismos.

Cabe mencionar que no se usaron materiales adicionales en esta etapa, y tampoco se va a necesitar en una etapa siguiente acordar qué preguntas terminan quedando ya que esto fue decidido al plantar las preguntas en la Tabla 6.2.

- *Implementación.* Se cambia el estado del juego “*DiscoverInfo reloaded*” a “*Versión final pública*” y de esta manera se logra tener el juego co-diseñado funcionando.

De esta manera se pudo observar cómo se llevó a cabo el co-diseño de un juego que cuenta con *binding* estático para la creación de las preguntas posicionadas. En este caso solo se utilizó la segunda extensión de la herramienta sin ningún otro material adicional. Cabe mencionar que esta es una posible forma de abordaje de co-diseño, esto podría implicar más personas involucradas (colaboradores) como así también otros recursos auxiliares.

6.4.2 Co-diseño in-situ de un juego usando binding dinámico

En esta sección se presenta el co-diseño realizado para un juego que usa un *binding* dinámico para asignar preguntas a lugares, esta asignación se realiza al momento de acceder a la misma. En este co-diseño participaron los dos expertos involucrados en el juego presentado en la Sección 6.4.1, y se siguieron las mismas etapas que para el co-diseño del juego “*DiscoverInfo reloaded*” basadas en el framework de IDEO [Brown, 2008]. A continuación, se describen qué actividades se llevaron a cabo en cada etapa del framework:

- *Inspiración.* Primero se analiza el uso que tendrá el juego que se desea co-diseñar, este caso el mismo también tiene como fin la prueba de la segunda extensión. En este caso, se decide usar la temática “*Trivia sobre datos interesantes*”, la cual había emergido de una experiencia de co-diseño que se realizó en el proyecto descrito en la Sección B.3. Para la experiencia cuatro participantes pensaron posibles temáticas de juego para un público similar al juego de las Expo Ciencia de la Facultad de Informática (UNLP), y luego estos cuatro participantes acordaron dónde acomodar cada uno de los temas en una matriz de *atractivo vs. dificultad de formular preguntas*. En esa ocasión se decidió la temática “*Trivia sobre datos interesantes*” ya que era atractiva; pero además la formulación de preguntas se estimó que era relativamente sencilla de llevar a cabo.

En un rol de creador se crea desde la segunda extensión de la herramienta este juego, se decide usar también el edificio de la Facultad de Informática (UNLP), y se realizará este co-diseño usando un posicionamiento manual para poder ubicar en la facultad las preguntas y los lugares donde brindar las mismas. En este caso, el nuevo espacio de trabajo que representa este juego se denominó “*Trivia reloaded*”.

Se decidió brindar un mensaje de introducción breve: “*¡Bienvenid@! Este juego te propone responder preguntas posicionadas en la facultad*”. Se decidió que no se asigne puntaje a las preguntas, no se muestre el ranking, no se muestre resultado al responder y tampoco se tengan que ingresar código de finalización; el resto de los parámetros se dejan activos. Esto se configura en la pantalla Figura 6.10 (que se mostró de la Sección 3.3).

En este caso también se utilizó la técnica de *Brainstorming* para todas las decisiones mencionadas anteriormente, no se usó ningún otro recurso auxiliar.

- *Ideación.* Mediante una sesión de *Brainstorming* se empezó a pensar cómo co-diseñar las preguntas posicionadas del juego; en este caso se decidió aprovechar las preguntas que ya se habían considerado para la experiencia de co-diseño descrita en el proyecto presentado en la Sección B.3. En esa experiencia los cuatro participantes pensaron preguntas individualmente en relación a la temática “*Trivia sobre datos interesantes*” y luego el coordinador de la experiencia compartió un documento con el conjunto de preguntas sin que los participantes supieran quien las había generado. Cada uno tenía que votar tres posibles preguntas a considerar para un juego, de esta votación quedaron cuatro preguntas como las más votadas. Para el juego “*Trivia reloaded*” que se está co-diseñando en esta sección se decidió usar de base esas cuatro preguntas así agilizar los tiempos de co-diseño ya que este juego tiene como fin solo probar la segunda extensión de la herramienta. Como en la experiencia del proyecto presentado en la Sección B.3 todas las preguntas eran verdadero-falso, se analizó cómo transformarlas para el juego “*Trivia reloaded*” y así contar al menos con una pregunta de cada tipo de las que brinda soporte la segunda extensión.

En la Tabla 6.3 se pueden apreciar las dos preguntas que quedaron igual y las dos reformuladas una para que sea “múltiple choice” y otra para “ingreso de respuesta”.

Tabla 6.3: Preguntas co-diseñadas para el juego “*Trivia reloaded*”.

Pregunta	Respuesta	Tipo de Pregunta	Relación con las preguntas del proyecto presentado en la Sesión B.3
¿Hay más posibles partidas en ajedrez que átomos en el universo? Verdadero - Falso	Verdadera	Verdadero/Falso	Igual
¿La hipopotomonstrosesquipedaliofobia es el miedo a las palabras largas? Verdadero - Falso	Verdadera	Verdadero/Falso	Igual
En las Olimpiadas, las medallas de primer lugar están mayoritariamente hechas de: <ul style="list-style-type: none"> • Oro • Plata • Bronce • Cobre 	Plata	Multiple choice	Reformulada
Un lustro es un periodo de cuantos años: _____	5	Ingreso de Resultado	Reformulada

Durante la etapa de *Brainstorming* además se decidió definir tres lugares en la planta baja del edificio de la facultad. Las cuatro preguntas presentadas en la Tabla 6.3 y los tres lugares fueron creados con el rol de creador como parte del juego “*Trivia reloaded*”. Se eligió asociar a dos lugares WLAN para brindar la pregunta al acceder a la misma; mientras que la otra pregunta va a ser brindada mediante un código QR nuevo (el cual es generado por la herramienta al pasar el espacio de trabajo al estado “*Versión final pública*”). En este caso tampoco se utiliza códigos QR existentes ya que no se cuenta con la posibilidad de estar físicamente en el edificio de la facultad para leer los mismos.

Solo se utilizó la segunda extensión de la herramienta, no se incorporaron materiales adicionales en esta etapa; al acordar las preguntas en la Tabla 6.3 no fue necesario una etapa posterior la selección de cuáles iban a quedar.

- *Implementación*. Se cambia el estado del juego “*Trivia reloaded*” a “*Versión final pública*” y de esta manera se logra tener el juego co-diseñado funcionando.

Con las etapas anteriores se puede apreciar cómo se puede llevar a cabo el co-diseño de un juego que cuenta con *binding* dinámico y asignación de las preguntas con lugares al acceder a los mismos. En este caso también se utilizó solo la segunda extensión de la herramienta sin ningún otro material adicional. Cabe mencionar que abordaje una forma posible de co-diseño, en esta tarea podría haber otras personas involucradas (colaboradores) como así también otros recursos auxiliares.

6.5 Funcionamiento de los juegos co-diseñado con la extensión

En esta sección se detallará brevemente el funcionamiento de los dos juegos co-diseñados en la Sección 6.4; en la cual se co-diseño uno utilizando *binding* estático y otro utilizando *binding* dinámico. El primero de estos se denominó “*DiscoverInfo Reloaded*” y el segundo “*Trivia Reloaded*” en referencia a la temática utilizada para definir la temática de las preguntas.

Como se mencionó en la Sección 6.4, para la creación de estos dos juegos co-diseñados se utilizó la plantilla “*Juego Móvil Configurable con Preguntas Posicionadas*” provista en la segunda extensión de la herramienta. El co-diseño del juego fue detallado en la Sección 6.4, cabe mencionar que se usó un solo usuario (con rol creador) como encargado de generar los espacios de trabajos de cada juego, configurarlos y cargar las diferentes preguntas-lugares acorde al tipo de *binding*. En esta sección se hará foco en algunos aspectos interesantes de jugabilidad, ya que la funcionalidad de creación fue abordada en detalle en la Sección 6.3.

Para poder hacer las pruebas los dos juegos co-diseñados se creó un usuario nuevo “*jugador1*”. De la misma forma que en las versiones previas de la herramienta de autor, cuando un usuario creador cambia el estado de un workspace a “*Versión pública final*”, la aplicación habilita una opción para que otros usuarios puedan acceder al espacio como “*aplicación final*”. Esto puede verse en la Figura 6.31, donde se muestra el código QR para que los usuarios escaneen y accedan al workspace “*DiscoverInfo Reloaded*”.



Figura 6.31: Código QR para que usuarios accedan al workspace como aplicación final.

Desde el punto de vista de los participantes, estos serán capaces de leer el código QR y así lograr acceder al juego creado como se muestra en la Figura 6.32.a. En la Figura 6.32.b se muestra que se unió correctamente, mientras que en la Figura 6.32.c se puede observar que el *jugador1* ya cuenta con acceso a los dos juegos co-diseñados, los cuales están disponibles en la sección de aplicaciones finales (opción listada en la Figura 6.32.a). Para facilitar la explicación, se mostrará primero el juego “*DiscoverInfo Reloaded*” y luego “*Trivia Reloaded*”.

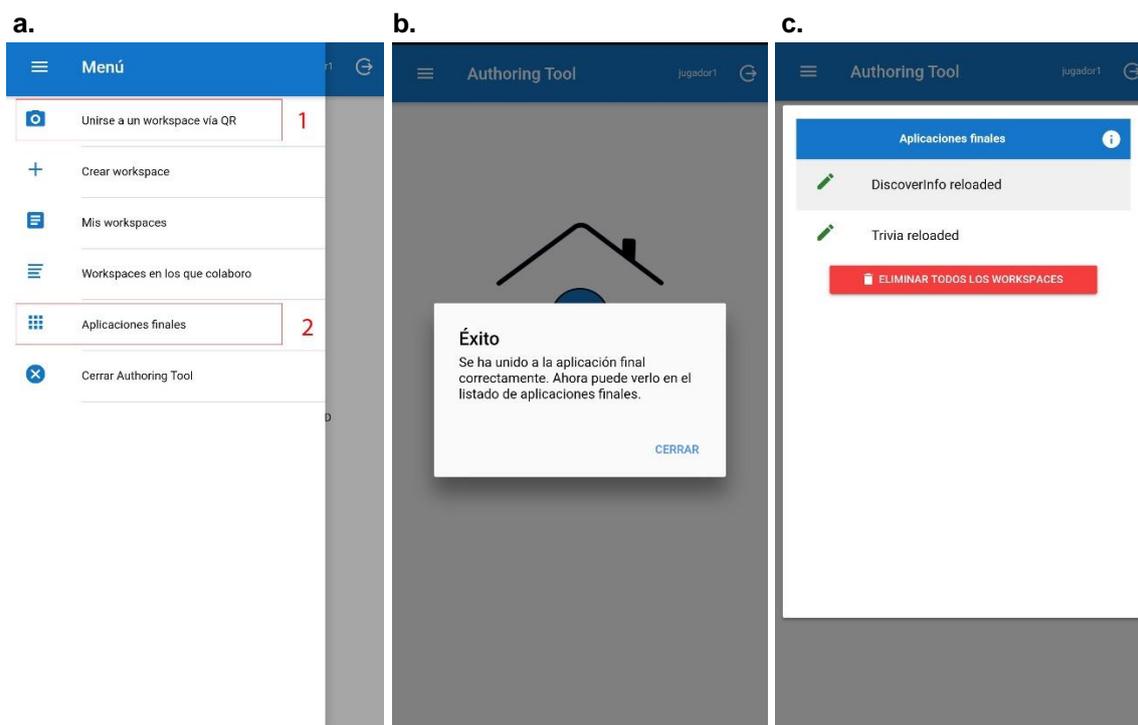


Figura 6.32: Acceso al workspace como participante (usuario final) del juego.

Al acceder al juego “*DiscoverInfo Reloaded*” por primera vez el usuario recibe una pantalla como se muestra en la Figura 6.33 donde se observa el mensaje introductorio.

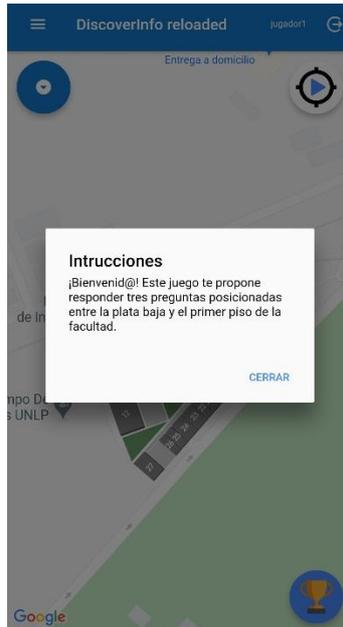


Figura 6.33: Mensaje introductorio del juego “DiscoverInfo Reloaded”.

Al cerrar el mensaje de la Figura 6.33, se muestra un mapa como el que aparece en la Figura 6.34.a. donde puede observarse que hace referencia a la planta baja de la Facultad. Cabe recordar que en este piso se habían co-diseñado dos markers, uno utilizando acceso por WLAN, y otro por medio de lectura de códigos QR. Cabe mencionar que los markers que son leídos por medio de código QR se diferencian de aquellos que utilizan WLAN agregando un pequeño código QR en el centro del marker. En la Figura 6.34.b se muestran el marker del primer piso de la Facultad al cual se accede por lectura de código QR.

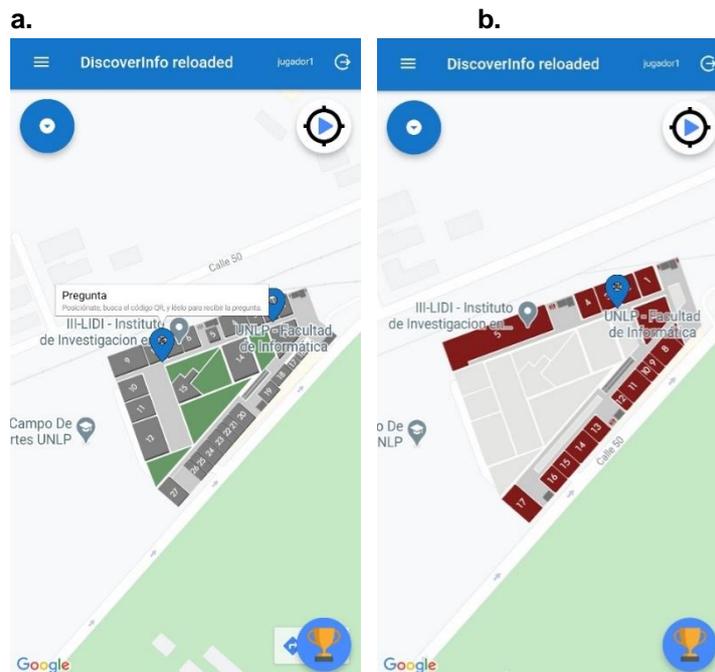


Figura 6.34: Vista inicial del mapa del juego “DiscoverInfo Reloaded”.

Es de interés mencionar algunos detalles en relación a la Figura 6.34. En primer lugar, cuando un usuario accede al espacio de trabajo como aplicación final, el nombre de la aplicación en el menú principal es reemplazado por el nombre del workspace. En segundo lugar, y como se muestra en la Figura 6.34.a, al hacer clic sobre un marker, ahora ya no indica el tipo de pregunta, como si se mostró en la Figura 6.28 en el estado de edición. Finalmente, también puede observarse que aparece abajo a la derecha el botón para acceder al ranking, ya que dicha funcionalidad fue habilitada.

Hasta no iniciar el juego, utilizando el botón de posicionamiento en el costado superior derecho de la pantalla, el usuario es restringido de ciertas acciones como, por ejemplo, la lectura de códigos QR como muestra la Figura 6.35.

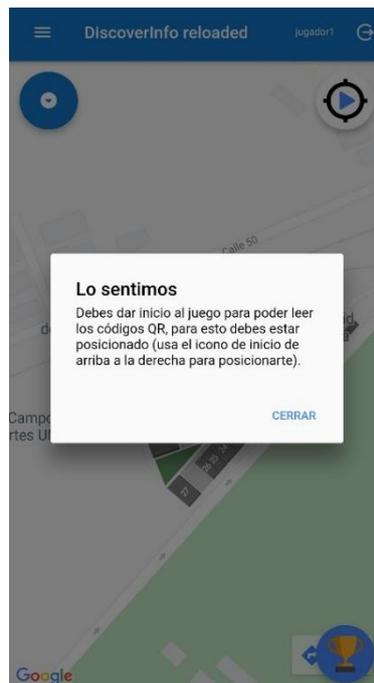


Figura 6.35: Mensaje mostrado al intentar leer un QR sin iniciar el juego

Una vez iniciado el juego el usuario es habilitado para poder empezar a responder. En el caso de brindar el contenido por WLAN, no hará falta más que acercarse y seleccionar el marker para recibir la pregunta (siempre que se encuentre en el mismo edificio). En el caso de acceder mediante la lectura de código QR será necesario leer mismo para recibir la pregunta.

La Figura 6.36 muestra la forma en que los markers van cambiando a medida que el participante avanza en el juego. Dado que en esta configuración se habilitaron las configuraciones de "registro de tiempo" y "mostrar respuesta", se puede observar que aparecen tanto el contador de tiempo en la parte superior, como el markers en verde y en rojo que indican el resultado tras contestar.

En la Figura 6.37 se muestran cómo recibe el jugador las tres preguntas que se definieron durante el co-diseño de este juego. En este caso al crear los Pol no se tomó ninguna foto del lugar ya que se estaba usando posicionamiento manual para simular que se estaba dentro del edificio de la Facultad.

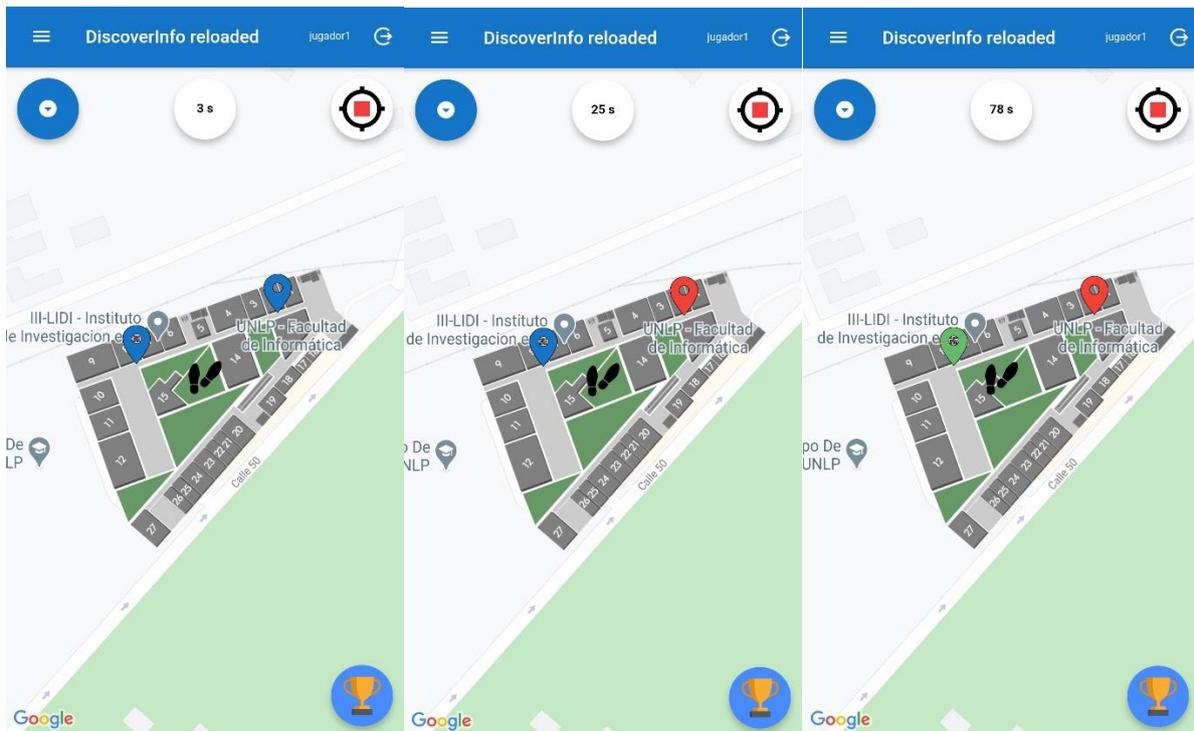


Figura 6.36: Progreso del usuario durante el juego “DiscoverInfo Reloaded”.

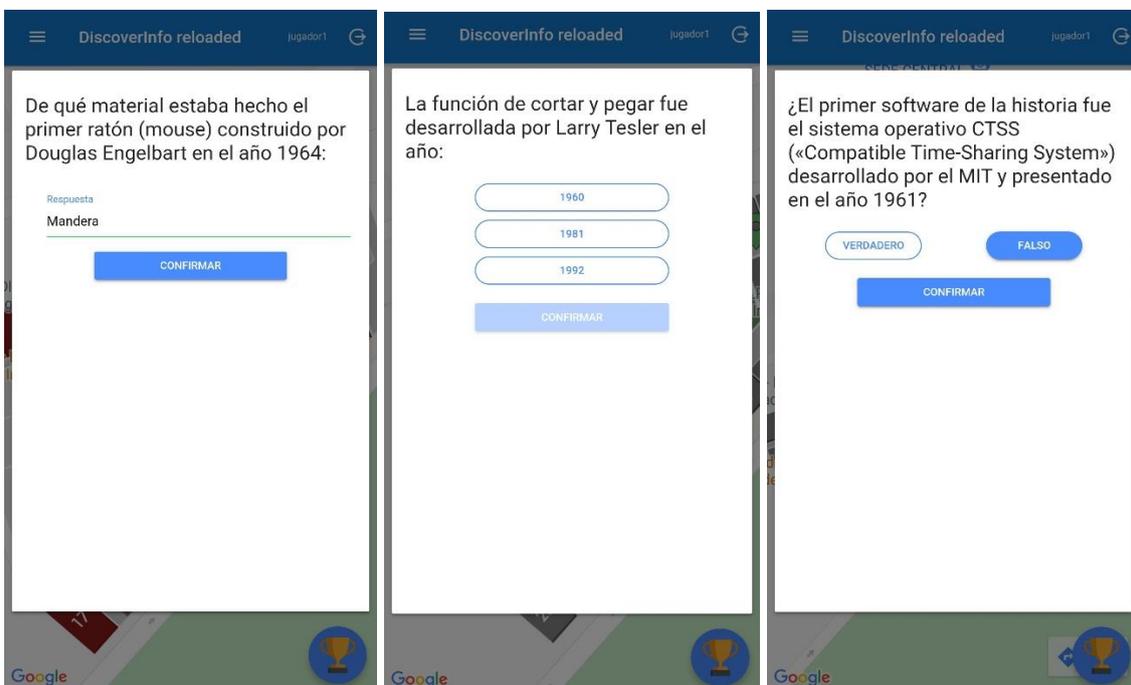


Figura 6.37: Pantallas para contestar preguntas del juego.

Se presenta en la Figura 6.38 los posibles mensajes a mostrar al usuario tras responder una pregunta, ya sea correcta o incorrectamente. Se debe mencionar que estos mensajes aparecen únicamente al estar habilitado el modo “mostrar respuesta” como es el caso del juego “DiscoverInfo Reloaded”.

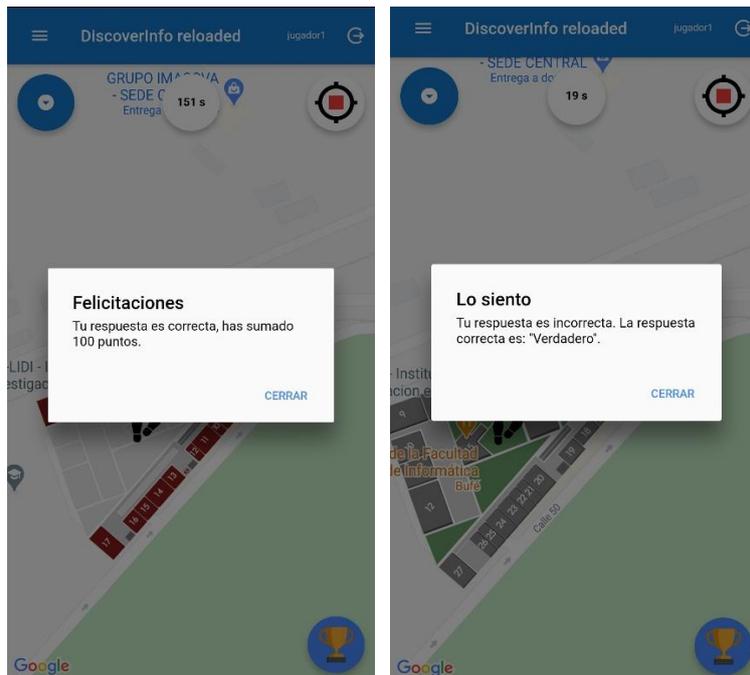


Figura 6.38: Mensajes de feedback al usuario tras responder una pregunta.

Una vez respondidas las tres preguntas, la aplicación presenta al jugador una nueva pantalla donde se le solicita ingresar un código de finalización. Al ingresar el código, la aplicación registra el tiempo y el puntaje el cual queda accesible desde el ranking de usuarios. Lo mencionado anteriormente se puede observar en la Figura 6.39 respectivamente.

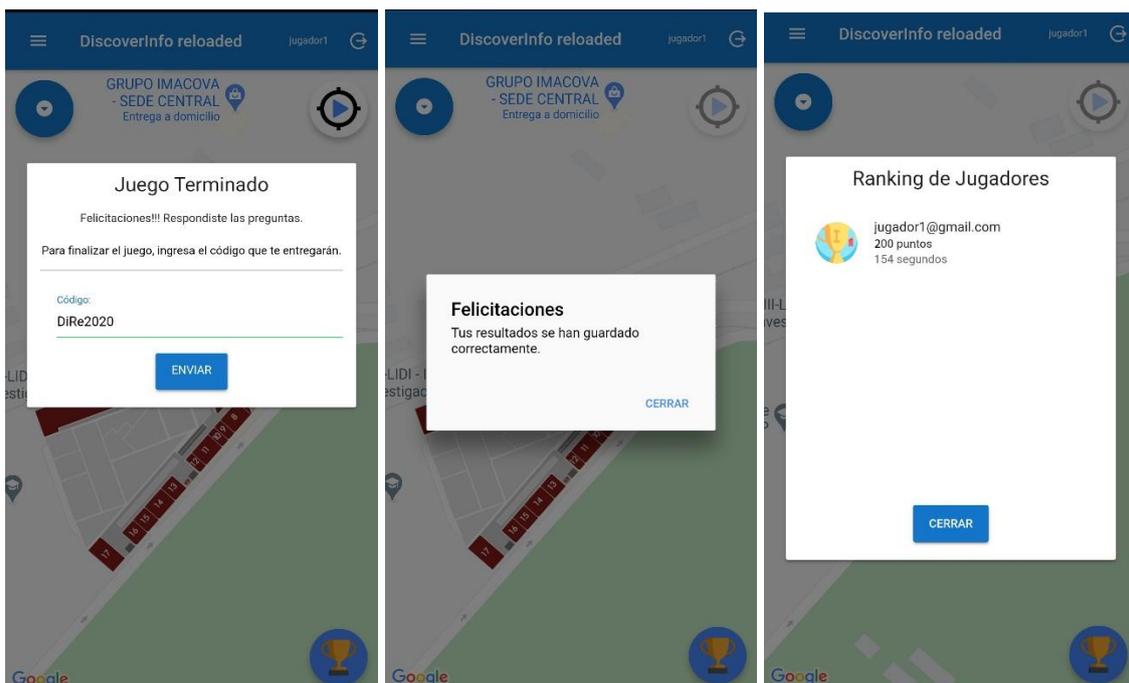


Figura 6.39: Finalización del juego.

A diferencia del juego “*DiscoverInfo Reloaded*”, el juego “*Trivia Reloaded*” fue creado con casi todas las configuraciones desactivadas, siendo las únicas configuraciones habilitadas la de “registro de tiempo” y “mostrar mensaje introductorio”.

Al iniciar el juego “*Trivia Reloaded*” se presenta una la pantalla mostrada en la Figura 6.40. Se debe mencionar que no se tiene acceso al menú de ranking de jugadores. En la Figura 6.40 puede observarse los tres lugares que se definieron para la planta baja de la Facultad de informática; dos de estos están configurados para ser accedidos por medio de la lectura de códigos QR y el otro por WLAN.

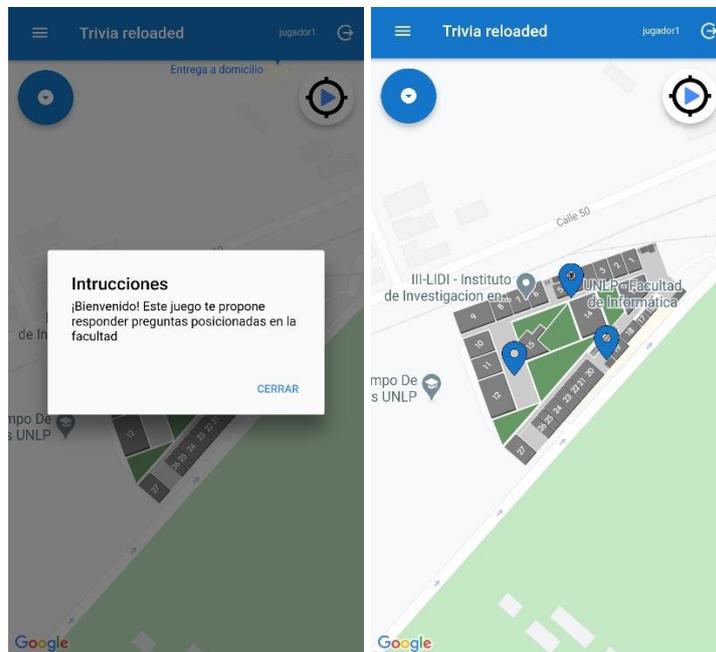


Figura 6.40: Visualización inicial del Juego “*Trivia Reloaded*”.

Si bien durante el co-diseño se definieron cuatro preguntas, solo tres de estas serán utilizadas para el juego “*Trivia Reloaded*”, puesto que fueron tres los lugares que se crearon. La Figura 6.41 muestra las tres preguntas utilizadas durante el juego. Como se puede observar, la pregunta “*Un lustro es un periodo de cuantos años*” no fue considerada en este *binding* dinámico.

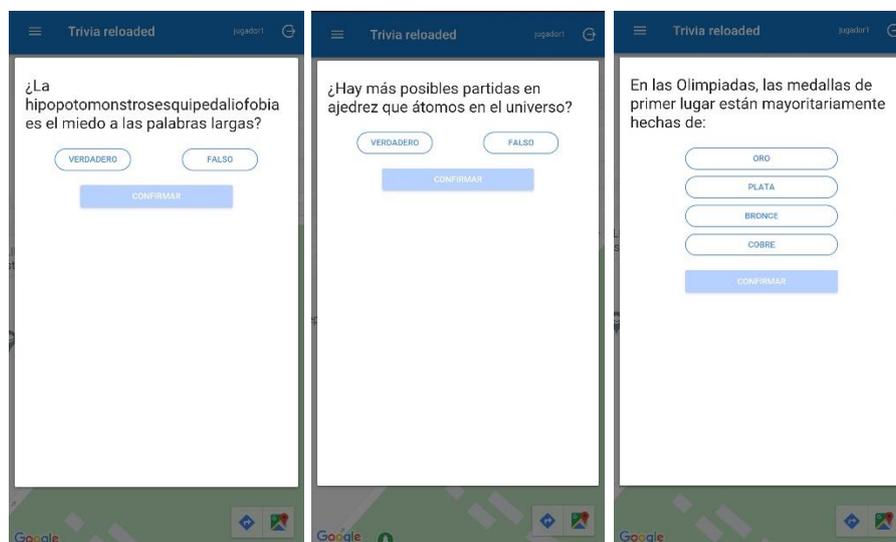


Figura 6.41: Pantallas de preguntas que aparecieron durante el juego “*Trivia Reloaded*”.

Recordemos que en el juego “*DiscoverInfo Reloaded*” los markers iban cambiando a color verde o rojo a medida que se respondían; en el juego “*Trivia Reloaded*” los markers irán cambiando a color gris a medida que estos sean respondidos como se puede apreciar en la Figura 6.42. Esto ocurre de esta manera porque la configuración “*mostrar respuesta*” se encuentra desactivada.

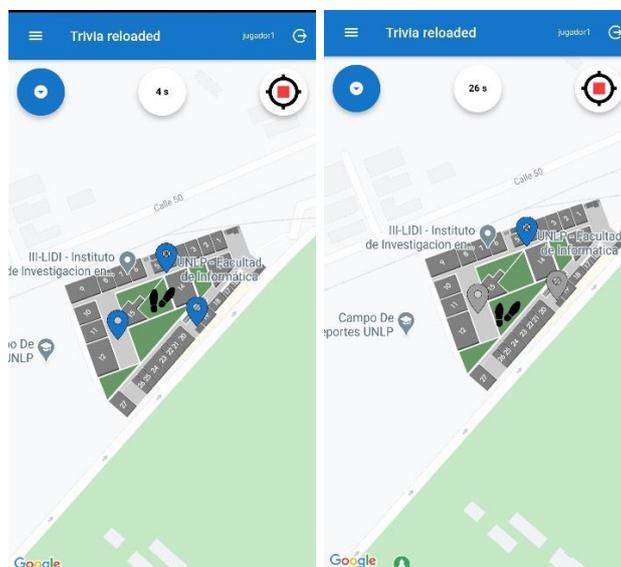


Figura 6.42: Progreso del usuario durante el juego “*Trivia Reloaded*”.

Finalmente, tras completar las tres preguntas del juego *Trivia Reloaded*, la aplicación presenta un cartel como se muestra en la Figura 6.43; puede observarse en esta figura el juego termina automáticamente sin necesidad de que el usuario ingrese ningún tipo de código, como sí ocurría en “*DiscoverInfo Reloaded*”.



Figura 6.43: Mensaje de finalización del juego “*Trivia Reloaded*”.

De esta manera se pudo apreciar cómo los jugadores pueden recibir e interactúan con los juegos co-diseñados en la Sección 6.4 usando la segunda extensión de la herramienta.

7. Publicaciones realizadas relacionadas con la tesina

A continuación, se listan los trabajos publicados del autor de esa tesina, los cuales guardan relación con la temática abordada en esta tesina. Si bien algunos de estos trabajos publicados fueron citados en los capítulos anteriores es de interés detallar cada uno de estos trabajos brindando el resumen del mismo y describiendo los aspectos relacionados a la presente tesina.

- **Desarrollo multiplataforma de Aplicaciones Móviles combinadas con el uso de Beacons [Borrelli at al., 2018]**

***Resumen:** En este trabajo se presenta la exploración de dos APIs de beacons existentes, una para PhoneGap y otra para React Native. Para esta exploración, se desarrollaron dos aplicaciones móviles, una en PhoneGap y otra en React Native; las cuales usan estas APIs para detectar la proximidad a los beacons, al entrar en la proximidad de un beacon, se brinda en pantalla la información del mismo. Se detallan distintas características de estas aplicaciones desarrolladas, haciendo hincapié en el análisis comparativo de estos desarrollos respecto a lo que provee cada API. Además, el trabajo presenta un espacio de discusión para analizar las lecciones aprendidas en la exploración realizada, en pos de contribuir a la temática relacionada al desarrollo de tipo de aplicaciones.*

Publicado en: Libro de Actas del XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2018), 2018, pp. 847-856.

❖ **Relación con la tesina presentada:**

La publicación realizada en [Borrelli at al., 2018] ha permitido sentar las bases para un primer acercamiento a la temática del desarrollo de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento, y en particular en el posicionamiento indoor. Esta publicación ha permitido entender cómo funcionan los mecanismos de posicionamientos y qué servicios se pueden llevar a cabo con este tipo de aplicaciones.

Los conceptos plasmados en esta publicación representan el resultado de un periodo de análisis, investigación y desarrollo que permitió incorporar conceptos base de la temática que son de gran utilidad para la presente tesina. Cabe mencionar que esta publicación se realizó dentro del marco de un proyecto de alumnos en la Facultad de Informática de la UNLP durante el año 2018.

Las bases conceptuales incorporadas de la publicación [Borrelli at al., 2018] han permitido agilizar los tiempos de desarrollo de esta tesina.

- **Design Thinking's resources for in-situ co-design of mobile games [Challiol et al., 2019]**

Resumen: *Location-based Mobile Games have been growing in popularity in recent years. But these are widely explored only for outdoor spaces since it has the advantage of using GPS data to obtain the user's current location. There is no unified solution to sense the user's location in indoor spaces; so, games for these spaces are little explored. The design of Location-based Mobile Games, in many cases, requires the participation of multidisciplinary teams; so, they are co-designed by a group of people. However, there is no clear way of knowing how this co-design should be conducted. The aim of this paper is to propose a conceptual framework for in-situ co-design for indoor spaces on Location-based Mobile Games through the use of Design Thinking's resources. This conceptual framework could help facilitators with this kind of experience to consider what resources can be useful to this task. An experience of in-situ co-design of a Location-based Mobile Game for indoor spaces is presented using the proposed framework. In addition, a discussion is generated in relation to this kind of co-design.*

Publicado en: Proceedings of 4th International Conference on Information Systems and Computer Science – INCISCO 2019. IEEE, 2019, pp. 339 - 345.

❖ **Relación con la tesina presentada:**

En [Challiol et al., 2019] se presenta el framework conceptual definido para el co-diseño in-situ de Juegos Móviles basados en Posicionamiento descrito más ampliamente en la Sección 4.1 del presente trabajo. Además, se describe brevemente en [Challiol et al., 2019] la experiencia de co-diseño usando este framework, la cual fue ampliada en las Secciones 4.2 y 4.3 de esta tesina.

El framework presentado en [Challiol et al., 2019] surge como necesidad de contar con una guía que facilite el abordaje del co-diseño in-situ de Juegos Móviles basados en Posicionamiento.

Cabe destacar que en [Challiol et al., 2019] no se abordan los resultados obtenidos de la experiencia de co-diseño, algo es incorporado en esta tesina en la Sección 4.4.

- **In-situ co-design of Mobile Games using Design Thinking's resources approach [Challiol et al., 2020]**

Resumen: *The contribution of this paper is to explore how in-situ co-design of indoor spaces (e.g., building) of Location-based Mobile Games could be handle, by describing the learned lessons on this topic. This paper presents a conceptual framework for in-situ co-design of indoor spaces on Location-based Mobile Games to assist to carry out this kind of experience using useful resources (as Design Thinking's resources). An experience of in-situ co-design for an indoor space on a Location-based Mobile Game is presented using this framework; for some phases, an authoring tool was used which allows in-situ co-design of relevant locations for an application. Based on this experience,*

the authoring tool was extended to create a specific kind of Location-based Mobile Game. This paper presents this extension along with a proof of concept that shows how an in-situ co-designed game created by this extension was used by end-users.

Publicado en: Enfoque UTE, 2020, Vol. 11, Nº 1, pp. 1 - 14.

❖ **Relación con la tesina presentada:**

La publicación [Challiol et al., 2020] está íntegramente relacionada con esta tesina, en la misma se presenta de forma resumida todo lo ampliado en las Secciones 5.1, 5.4 y 5.5. En especial en [Challiol et al., 2020] se hace foco en el co-diseño, la puesta en práctica y algunos resultados obtenidos.

Cabe mencionar que la experiencia presentada en [Challiol et al., 2020] se llevó a cabo usando el framework conceptual presentado en [Challiol et al., 2019] y ampliado en la Sección 4.1 de esta tesina.

Cabe destacar que en esta tesina además se describen en la Sección 5.2 aspectos de diseño que no son abarcados en [Challiol et al., 2020].

8. Conclusiones y Trabajos Futuros

En este capítulo se presentan primero las conclusiones que se desprenden de la presente tesina, para luego dar lugar a algunos trabajos futuros que se desprenden de la misma.

En esta tesina se diseñó y desarrolló una herramienta de autor que permita co-diseñar in-situ y generar Juegos Móviles basados en Posicionamiento, en particular, para espacios indoor. La herramienta no solo brinda soporte para el co-diseño in-situ sino que además provee la posibilidad de contar con juegos funcionando luego de la etapa de co-diseño. Llegar a la solución propuesta ha requerido ir abordando diferentes ítems en la tesina para lograr contar con las bases que permitieron desarrollar la misma. A continuación, se mencionan algunas conclusiones en relación a cada capítulo de la tesina.

Fue fundamental entender los aspectos relacionados al desarrollo de Juegos Móviles basados en Posicionamiento, para esto se presentó en el Capítulo 2 algunos juegos de este tipo. Esto permitió poder apreciar la variabilidad de tipos de juegos, algo fundamental a la hora de abordar la creación de los mismos desde una herramienta de creación. También en el Capítulo 2 se exploraron diferentes experiencias de co-diseño tanto de juegos como de otras aplicaciones para poder comprender las implicancias de este tipo de experiencias. Esto permitió aprender sobre posibles abordajes de co-diseño, desde experiencias puramente con elementos no tecnológicos hasta experiencias guiadas puramente con software. A partir del Capítulo 2 se comprendió no sólo la variabilidad de juegos sino también que el abordaje de co-diseño podía ser puesto en práctica de muchas variadas maneras. Esto genera un desafío a la hora de proveer una herramienta de co-diseño y creación para el tipo de juegos que son de interés para esta tesina, y también ver cómo poder crear una herramienta en los tiempos que involucra una tesina.

En el Capítulo 3 se presentó un framework conceptual que permite analizar las características principales que deberían tener las herramientas de autor destinadas a la construcción in-situ de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento, donde los juegos móviles son un subconjunto de estas. Como se ha mencionado a lo largo de la tesina, una posibilidad era desarrollar una herramienta desde cero, o extender una existente. Para esta tesina diseñar e implementar una extensión de la herramienta definida en [Mendiburu, 2019], en el Capítulo 3 se describe las principales características de esta herramienta; y se realiza un análisis sobre cómo extenderla para soportar la creación de Juegos Móviles basados en Posicionamiento. Este análisis permitió identificar la necesidad de explorar el co-diseño in-situ de juegos para poder luego si proseguir a la extensión.

A partir de lo identificado en el análisis realizado en el Capítulo 3, se pone en práctica una experiencia de co-diseño in-situ de un Juego Móvil basado en Posicionamiento para poder comprender de primera mano que conlleva este tipo de co-diseño. Esta experiencia fue presentada y analizada en el Capítulo 4, la misma combinó el uso de la herramienta presentada en el Capítulo 3 junto a otros recursos y materias. Este tipo de experiencias pueden ser conducidas de diferente manera; en particular en el Capítulo 4 se propone un posible framework conceptual para guiar el abordaje de este tipo de co-diseño.

El Capítulo 5 presenta la primera extensión ad-hoc de la herramienta de autor para dar

soporte a un tipo de juego específico con preguntas posicionadas verdadero-falso. Usando de guía el framework conceptual presentado en el Capítulo 4 co-diseñó in-situ de un juego móvil utilizando la primera extensión ad-hoc de la herramienta. A partir de esto surge como aprendizaje que cada experiencia puede requerir abordajes diferentes y que no siempre el framework propuesto en el Capítulo 4 sería el que mejor se ajusta. Este aprendizaje luego fue considerado para el abordaje de co-diseño del Capítulo 6. Además, en el Capítulo 5 se describe la experiencia de uso del juego co-diseñado con esta primera extensión en el marco de la V Expo Ciencia de la Facultad de Informática.

Algo que emergió de todas las pruebas realizadas en los Capítulos 4 y 5; ya se al co-diseñar usando la herramienta como al usar los juegos co-diseñados con la extensión del Capítulo 5, fue el problema de conectividad como un gran desafío en este tipo de aplicaciones, o en este caso, juegos. Si bien es un tema que escapa al alcance de esta tesina, si es importante mencionarlo porque afecta sobre todo a la dinámica de este tipo de juego, desmotiva y en muchos casos ha provocado que abandonen el juego. Este es un factor externo, pero debe ser considerado a la hora de la puesta en práctica de este tipo de juegos. Tal vez se puede pensar en alguna versión “off-line” para permitir el juego, pero en algún momento se va a requerir conectividad para poder sincronizar, por ejemplo, los puntajes y el tiempo.

En base al aprendizaje de los capítulos anteriores se plantea en el Capítulo 6 la segunda extensión de la herramienta de autor para contar con el soporte para crear Juegos Móviles basados en Posicionamiento a partir de diferentes configuraciones. Se abordaron distintas posibilidades de co-diseño combinando la herramienta con otros recursos. Se tenía planificado poder hacer el co-diseño y jugar de manera in-situ sin embargo la situación epidemiológica generó tener que buscar otras opciones a la hora de abordar esta tarea. Por esta razón se usó un posicionamiento manual para poder hacer las pruebas desde diferentes lugares físicos pero todos ubicados en la herramienta en el mismo lugar físico.

Como aprendizaje en los Capítulos 4, 5 y 6 se ha podido apreciar que la tarea de co-diseño puede ser abordada de diferentes maneras y usando de guía, por ejemplo, diferentes frameworks conceptuales como el presentado en la Sección 4.1 para los co-diseños llevados a cabo en las experiencias de los Capítulos 4 y 5; pero también se usó el framework de IDEO [Brown, 2008] para conducir las experiencias del Capítulo 6. Esto refleja que cada experiencia debe diseñarse para lograr los mejores resultados acordes en este caso al software que se está usando. También es muy dinámico que recursos adicionales se pueden utilizar además de la herramienta de autor.

Como conclusión también es interesante destacar que la herramienta agiliza los tiempos de desarrollo para tener un juego funcionando. Sin embargo, emerge la limitante de la creatividad en cuanto a que los usuarios solo pueden realizar lo que la herramienta permite. Esto se observa sobre todo en la interfaz de juego que se genera automáticamente dónde en la versión final no se provee todavía la posibilidad de modificarla. Este es un punto de extensibilidad que se espera abordar en un futuro.

En el Capítulo 7 se describen las publicaciones realizadas por el autor de la tesina y que guardan relación con la temática abordada, es interesante destacar estas publicaciones porque parte del abordaje de la tesina ha sido avalado por la comunidad científica ya que

todas las publicaciones han tenido referato. Esto hace que la temática cobre relevancia y también se refleja el aporte que la misma viene haciendo.

A continuación, se mencionan algunos posibles trabajos futuros que se desprenden de la presente tesina.

❖ *Realizar pruebas con usuarios de la extensión realizada en el Capítulo 6.*

Las pruebas con usuarios resultan de gran relevancia, ya que permiten a partir del feedback obtenido, poder mejorar la herramienta agregando o modificando funcionalidades mejorando así la experiencia del usuario y el proceso de co-diseño de juegos. Sin embargo, la situación de aislamiento llevó a que solo se realicen pruebas funcionales de la segunda extensión, queda como trabajo futuro probar la misma con usuarios tanto para co-diseñar juegos nuevos como para utilizar los juegos co-diseñados.

Cabe mencionar que tanto en el Capítulo 4 como en el Capítulo 5 si se presentaron experiencias de co-diseño de juegos con usuarios. Mientras que en la experiencia descrita en el Capítulo 4 se utilizó la herramienta base definida en [Mendiburu, 2019]; en la experiencia presentada en el Capítulo 5 se utiliza primera extensión realizada. Ambas experiencias realizadas resultaron de gran utilidad, ya que las lecciones aprendidas a partir de cada una de estas permitieron identificar puntos de extensión que se tuvieron en cuenta en cada nueva extensión de la herramienta.

❖ *Extender la plantilla de juegos creada para que permita más configuraciones y variedades de juegos.*

Se podría, por ejemplo:

- Proveer desde la plantilla la posibilidad de definir nuevos tipos de preguntas, como podrían ser las preguntas abiertas. Este tipo de pregunta podría incorporarse fácilmente a la herramienta, pudiendo ser creada desde el mismo menú que las preguntas existentes. La complejidad en este tipo de preguntas está en la corrección de las mismas y se debería pensar en una forma de corrección fácil, por ahí con usuarios que tuvieran otro rol durante el juego.
- Extender la forma de creación de preguntas “*Múltiple Choice*” para permitir contar con varias opciones correctas. Esto además implicaría definir nuevas estrategias para el cálculo de puntaje del usuario. Por ejemplo, desde la configuración del juego se podría definir que en caso de marcar solo una de dos de las respuestas correctas, el usuario reciba la mitad de los puntos de la pregunta o incluso que no reciba ninguno.
- Poder definir cuantas veces el juego puede jugarse. Actualmente la plantilla solo permite que los usuarios finales puedan jugar una única vez. Esta consideración no es tenida en cuenta para el usuario creador del espacio de trabajo, quien puede jugar todas las veces que lo crea necesario. Este cambio, que se introdujo en la segunda extensión, resultó de gran utilidad para ir probando fácilmente los cambios en la jugabilidad al activar y desactivar diferentes configuraciones en el workspace. Queda como trabajo futuro extender dicha funcionalidad para los usuarios finales. Este cambio a su vez puede implicar que surjan nuevas estrategias para definir el funcionamiento del ranking de usuarios. Estas

estrategias podrían ser seleccionadas al momento de configurar el juego y definir, por ejemplo, si el ranking del usuario se actualiza con cada nuevo juego, si se actualiza solo en caso de haber superado su puntaje actual o incluso si el mismo se registra solo la primera vez que se juega.

- Poder incorporar mecanismos de ayudas o pistas para ayudar a los usuarios a responder las preguntas. Esta funcionalidad resulta interesante porque abre un abanico de posibilidades, desde estrategias donde se brinda un número finito de pistas hasta estrategias donde el puntaje obtenido se decrementa en consideración de las pistas solicitadas.

❖ *Proveer más flexibilidad para co-diseñar la interfaz de los juegos.*

Si bien la plantilla planteada permite decidir si diferentes funcionalidades se deben mostrar o no al jugar, la misma no permite definir la forma en que dichas funcionalidades son mostradas. Como trabajo futuro se podría brindar la posibilidad de:

- Tener configuraciones para personalizar el tipo, el tamaño y color de los textos mostrados a los usuarios.
- Poder cargar iconos e imágenes personalizadas en las diferentes pantallas utilizadas para dar feedback al usuario. Esto podría resultar de utilidad para definir, por ejemplo, el icono para abrir el ranking o para incluir una imagen de felicitación al responder correctamente una pregunta.
- Cambiar el color de fondo de las diferentes pantallas del juego para que este resulte más atractivo
- Configurar los colores con los que se visualizan los makers acorde al estado de las preguntas. Para la segunda extensión, se optó por mostrar los Pol en color azul para indicar que están pendientes. Además, en el caso de activar el parámetro de configuración “*mostrar el resultado al responder*” se muestran en color verde aquellas preguntas que fueron respondidos correctamente y en color rojo las incorrectas. En el caso de estar desactivado activar el parámetro de configuración “*mostrar el resultado al responder*”, una vez respondida la pregunta esta aparece en gris. Podría resultar interesante a futuro permitir que el creador del juego sea quien defina los colores para cada uno de estos estados.

Todos estos cambios no deberían ser complejos de incorporar al esquema actual de la herramienta. Aunque se debería analizar la definición sobre cómo y en qué estado debería permitirse dichas configuraciones.

❖ *Seguir incorporando nuevas plantillas de juegos.*

El dominio de juegos no está acotado únicamente a los juegos de preguntas. Como se mencionó a lo largo del Capítulo 2 de este trabajo, el dominio de juegos móviles es muy amplio y con muchas posibilidades. Esto lleva a pensar en la necesidad de que la herramienta permita co-diseñar otro tipo de juegos como podría ser un juego de “*Búsqueda de Tesoro*” o incluso otro tipo de juego con otras características tales como realidad aumentada.

Cabe volver a mencionar que para lograr definir la nueva plantilla no implica únicamente dar lógica para el co-diseño, sino que además implica desarrollar toda la lógica para lograr que ese juego tenga toda la funcionalidad cuando el espacio de trabajo para a una “*Versión final pública*”.

- ❖ *Agregar la posibilidad de contar con una versión “off-line” cuando acontecen problemas de conectividad.*

La herramienta de autor presentada requiere conectividad constante para realizar diferentes acciones como son el cambio de estado del espacio de trabajo, un cambio de configuración del juego o incluso para responder una pregunta. Esta situación puede causar varios inconvenientes cuando no hay conectividad o problemas con la misma.

Se propone a futuro poder definir un nuevo esquema en la herramienta para que, en caso de detectar problemas de conectividad, los cambios del usuario puedan reflejarse de forma directa localmente sin que esto demore o genere un error, para luego actualizar de forma automática los datos en el servidor al recuperar la conexión con algún servicio de background. Cabe mencionar que existen varias librerías para IONIC que permiten resolver esta problemática de forma sencilla.

Referencias

- [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.
- [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.
- [Bergen et al. 2018] Bergen, E., Solberg, D.F., Sæthre, T.H., Divitini, M. (2018). Supporting the co-design of games for privacy awareness. In *International Conference on Interactive Collaborative Learning*. Springer, pp. 888-899.
- [Borrelli et al., 2018] Borrelli, F.M., Brost, P., Challiol, C., Orellano, D.H., Mendiburu, F.I., Santoleri, M.A., Alconada Verzini, F.M. (2018). Desarrollo multiplataforma de Aplicaciones Móviles combinadas con el uso de Beacons. Libro de Actas del XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2018), 2018, pp. 847-856.
- [Brown, 2008] Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard business review*, 86(6), 84.
- [Brown et al. 2011] Brown, D.J., McHugh, D., Standen, P., Evett, L., Shopland, N., Battersby, S. (2011). Designing location-based learning experiences for people with intellectual disabilities and additional sensory impairments. *Computers & Education*, 56(1), 11-20.
- [Carlgren et al. 2016] Carlgren, L., Elmquist, M., Rauth, I. (2016). The challenges of using design thinking in industry—experiences from five large firms. *Creativity and Innovation Management*, 25(3), 344-362.
- [Challiol et al., 2017] Challiol, C., Lliteras, 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.
- [Challiol et al., 2019] Challiol, C., Borrelli, F.M., Mendiburu, F.I., Rouaux Servat, C.M.R., Plexevi, F. G., Orellano, D.H., Gomez-Torres, E., Gordillo, S.E. (2019). Design Thinking's resources for in-situ co-design of mobile games. In *Proceedings of 4th International Conference on Information Systems and Computer Science – INCISCO 2019*. IEEE, 2019, pp. 339 - 345.
- [Challiol, 2019] Challiol, C. Challenges of Teaching to the New Generation of IT Students. *IT Professional*. 21. 69-72.
- [Challiol et al., 2020] Challiol, C., Borrelli, F.M., Mendiburu, F.I., Plexevi, F.G., Rouaux Servat, C.M.R., Orellano, D.H., Gomez-Torres, E., Gordillo, S.E. (2019). Co-diseño in-situ de Juegos Móviles usando un abordaje con recursos de Design Thinking. *Enfoque UTE*, 2019, Vol. 11, Nº 1, pp. 1 - 14.
- [Cross, 2011] Cross, N. (2011). *Design thinking: Understanding how designers think and work*. Berg.

- [DesignCouncil] Framework de Design Thinking definido por Design Council. Recuperado de <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/what-frameworkinnovation-design-councils-evolved-double-diamond> (último acceso: 18/08/2020)
- [Dong et al., 2017] Dong, J. (2017). Unleashing the power of the crowd: Towards efficient and sustainable mobile crowdsensing. Tesis Doctoral. Aalto University.
- [Gamma, 1995] Gamma, E. (1995). Design patterns: elements of reusable object-oriented software. Pearson Education India.
- [Gyori et al., 2020] Gyori, B. (2020). Reanimating Shelley's Heart: breathing new life into locative learning with dual process design. *Media Practice and Education*, 21(1), 32-53.
- [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, pp. 61-70.
- [Hargood et al., 2018] Hargood, C., Weal, M., Millard, D. (2018). The storyplaces platform: Building a web-based locative hypertext system. Proceedings of the 29th on Hypertext and Social Media (HT'18), ACM, pp. 128-135.
- [Hehn et al., 2018] Hehn, J., Uebernickel, F., Herterich, M. (2018). Design Thinking Methods for Service Innovation-A Delphi Study-. In PACIS, Art. 126.
- [Heslin, 2009] Heslin, P. A. (2009). Better than brainstorming? Potential contextual boundary conditions to brainwriting for idea generation in organizations. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 82(1), 129-145.
- [Johnson and Woolf, 1997] Johnson, R., Woolf, B. (1997). Type object. In *Pattern languages of program design 3* (pp. 47-65). Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.
- [Jones et al., 2017] Jones, C.E., Liapis, A., Lykourantzou, I., Guido, D. (2017). Board game prototyping to co-design a better location-based digital game. In Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, pp. 1055-1064.
- [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.
- [Jones and Papangelis, 2019] Jones, C., Papangelis, K. (2019). Reflective Practice: Lessons Learnt by Using Board Games as a Design Tool for Location-Based Games. In The Annual International Conference on Geographic Information Science. Springer, pp. 291-307.
- [LeBlanc and Chaput, 2017] LeBlanc, A.G., Chaput, J.P. (2017). Pokémon Go: A game changer for the physical inactivity crisis?. *Preventive medicine*, 101, 235-237.
- [Matriz_Costo-Beneficio] Matriz Costo-Beneficio (2019). Especificación de la Matriz de Costo-Beneficio de Gartner. Recuperado de <https://www.gartner.com/en/documents/2801719> (último acceso: 18/08/2020)

- [Micheli et al., 2019] Micheli, P., Wilner, S. J., Bhatti, S. H., Mura, M., Beverland, M. B. (2019). Doing design thinking: Conceptual review, synthesis, and research agenda. *Journal of Product Innovation Management*, 36(2), 124-148.
- [Mendiburu, 2019] Mendibru, F.I. (2019) Herramienta para co-diseñar Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento in-situ en espacios indoor. Tesina de Grado. Facultad de Informática, UNLP.
- [Mendiburu et al., 2019] Mendibru, F.I., Challiol, C., Gordillo, S.E. (2019) Herramienta de autor para co-diseñar in-situ Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento. In *Proceedings of the Simposio Argentino de Ingeniería de Software (ASSE) – JAIIO*, 2019, pp. 29-42.
- [Nilsson et al., 2016] Nilsson, T., Blackwell, A.F., Hogsden, C., Scruton, D. (2016). Ghosts! a location-based Bluetooth LE mobile game for museum exploration. In *Mapping the Digital: Cultures and Territories of Play*. Brill, pp. 129-138.
- [Pérez-Colado, 2016] Pérez-Colado, I.J. (2016). uAdventure: Desarrollo del intérprete y de un emulador de videojuegos de eAdventure sobre Unity3D (2016). Tesis de Maestría. Universidad Complutense de Madrid.
- [Pérez-Colado et al., 2017] Pérez-Colado, V.M., Pérez-Colado, I.J., Martínez-Ortiz, I., Freire-Morán, M. Fernández-Monjón, B. (2017). Simplifying location-based serious game authoring. In *Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, pp. 1-9.
- [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.
- [Shakouri and Tian, 2018] Shakouri, F., & Tian, F. (2018). Avebury Portal—A location-based augmented reality treasure hunt for archaeological sites. In *International Conference on E-Learning and Games* (pp. 39-49). Springer, Cham.
- [Situm] Página de Situm: <https://situm.es/es/experiencias> (último acceso: 18/08/2020)
- [SitumDashboard] Página del Dashboard de Situm: <https://dashboard.situm.es/> (último acceso: 18/08/2020)
- [SitumMappingTool] Página de Situm Mapping Tool: https://play.google.com/store/apps/details?id=es.situm.maps&hl=es_AR (último acceso: 18/08/2020)
- [Vuorio et al., 2019] Vuorio, J., Okkonen, J., Viteli, J. (2019). User Expectations and Experiences in Using Location-Based Game in Educational Context. I *Digital Turn in Schools—Research, Policy, Practice*. Springer, pp. 17-35.
- [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*, 13(2), 167-187.

- [Weyns et al., 2015] Design for Sustainability = Runtime Adaptation S Evolution. European Conference on Software Architecture Workshops, pp. 62-69. ACM, New York (2015)
- [Woolf, 1997] Woolf, B. (1997). The null object pattern. Pattern Languages of Program Design, 3.
- [Xanthopoulos and Xinogalos, 2018] Xanthopoulos, S., Xinogalos, S. (2018). Opportunities and challenges of mobile location-based games in education: Exploring the integration of authoring and analytics tools. 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), pp. 1797-1805.

Anexo A: Calibración de las señales de WLAN con *Situm*

En este anexo se describe la calibración presentada en [Mendiburu, 2019] en relación a la calibración de las señales de WLAN usando *Situm* [*Situm*]. Cabe destacar que el posicionamiento brindado por *Situm* es un servicio gratuito que se destaca porque requiere mínima infraestructura para lograr posicionamiento en exterior e interior con alta precisión; y además mínima infraestructura para combinar la información preexistente en el entorno (campos magnéticos, Bluetooth, WiFi) con información proporcionada por diferentes sensores radio e inerciales de los smartphones (acelerómetro, giroscopio y brújula).

Situm [*Situm*] provee además 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.

De forma similar a algunas de las herramientas mencionadas en la Sección 2.4, *Situm* brinda dos herramientas para facilitar la tarea a los desarrolladores. Por un lado, provee una interfaz web desde donde crear y cargar los mapas y edificios; y por otro una aplicación móvil llamada *Situm Mapping Tool* [*SitumMappingTool*] a partir de la cual se logra la calibración de las señales.

Como se menciona en [Mendiburu, 2019], en términos muy resumidos se puede decir que el proceso de calibración con *Situm* implica los siguientes pasos:

1. *Registración en el sitio de Situm y obtención de la clave de API*: Lo cual se realiza desde el dashboard de la interfaz web [*SitumDashboard*].
2. *Creación de un edificio*: Desde la interfaz web se selecciona la posición del edificio y el nombre del mismo. Adicionalmente, se pueden definir varios pisos o *niveles* a asociar a un edificio. Para cada piso se puede cargar un plano que luego pueden ser usados en el proceso de calibración y que pueden ser consumidos en las aplicaciones finales.
3. *Calibración dentro de un edificio*: Desde la aplicación móvil antes mencionada, *Situm Mapping Tool* el desarrollador inicia sesión con las credenciales antes definidas en el paso 1 y selecciona el edificio a calibrar.

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 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.

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 donde no se ha logrado captar la mayor cantidad de información de los APs. En la Figura B.1 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.



Figura B.1: Vista de la interfaz de *Situm Mapping Tool* durante el proceso de calibración del pasillo de la planta baja de la Facultad de Informática [Mendiburu, 2019].

En [Mendiburu, 2019] se mencionan algunos problemas detectados durante el proceso de calibración de la planta baja de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de la Plata; esto puede servir de guía en el caso de querer calibrar algún otro edificio. En el caso de esta tesina, se utilizará la calibración existente para la facultad realizada para el trabajo [Mendiburu, 2019]. De esta manera, se agilizan los tiempos para poder testear los desarrollos propuestos en esta tesina en relación a la extensión de la herramienta. Esto es posible porque una vez lograda la calibración de un edificio, la información obtenida por *Situm* puede ser

consumida para diferentes aplicaciones; es por esto que las extensiones presentadas en los Capítulos 5 y 6 utilizarán la calibración existente como se mencionó anteriormente. Todas las calibraciones realizadas para un edificio se pueden acceder desde el dashboard de *Situm*; las mismas se muestran en forma de listado siendo clasificadas por piso.

En la Figura B.2 se muestra el listado de calibraciones del 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.

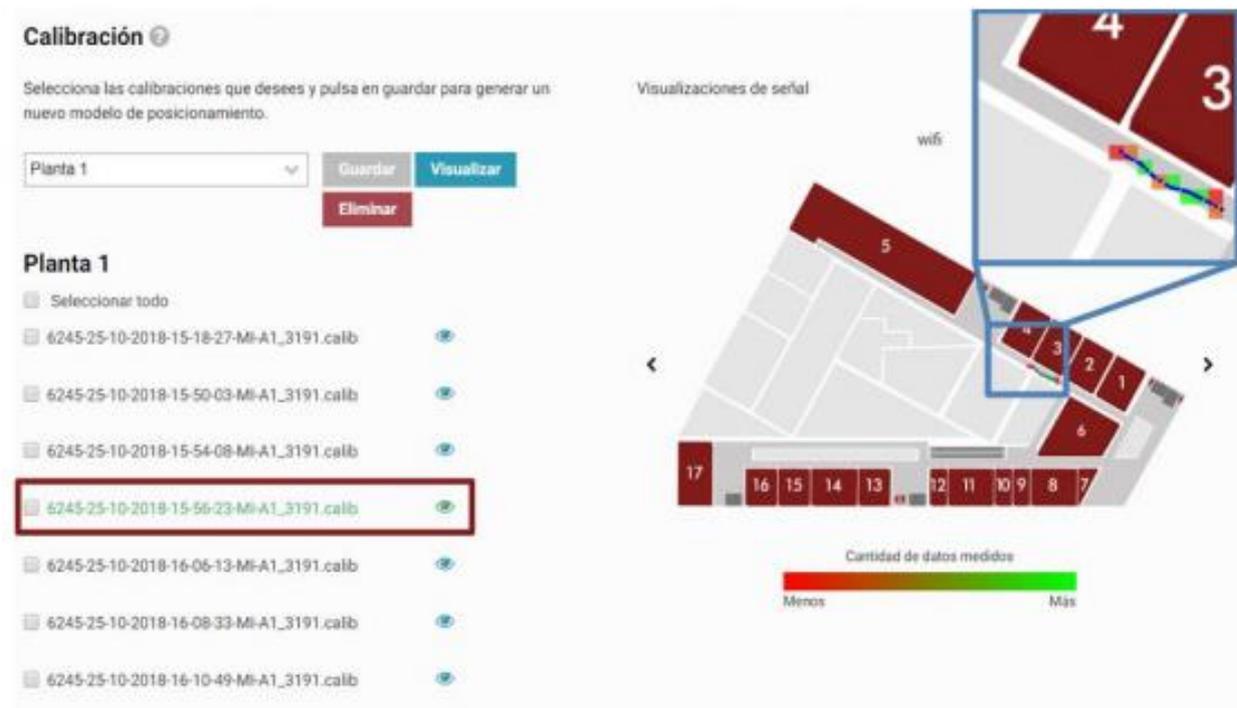


Figura B.2: Vista de calibraciones desde la interfaz web de *Situm* [Mendiburu, 2019]

Para más información en relación a cómo realizar la calibración se puede consultar [Mendiburu, 2019].

Anexo B: Participación en Proyectos I+D+i de la Facultad de Informática de la UNLP

El autor de esta tesina de grado participó en varios Proyectos I+D+i realizados en la Facultad de Informática (UNLP) durante los años 2018, 2019, 2020. Todos estos proyectos contribuyeron en alguna manera en el proceso de investigación y relevamiento de datos para la presente tesina de grado. A continuación, se describirán brevemente estos proyectos.

B.1 Proyecto I+D+i 2018: “Explorado la brecha entre el diseño y la implementación de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento”

El objetivo del proyecto fue comenzar a explorar la brecha entre el diseño (modelado) y la implementación de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento. Esto es un tema abierto de investigación al día de hoy, ya que todavía no existe una solución unificada o sistemática para diseñar/developar este tipo de aplicaciones. La gran demanda del mercado de Aplicaciones Móviles, las cuales incluyen aquellas basadas en posicionamiento, hace que las mismas estén en constante cambio, no solo se agregan nuevos requerimientos (adaptación) sino que también, muchas veces, cambia el objetivo original (evolución). Con lo cual es fundamental considerar esto en una etapa temprana de diseño. Con este proyecto se buscó comenzar a comprender cómo lograr que las buenas prácticas de diseños puedan ser llevadas a implementaciones que se puedan adaptar y evolucionar en el tiempo.

Durante este proyecto se han explorado dos mecanismos de sensado de posicionamiento indoor, como son los *Beacons* y WLAN. Los *beacons* fueron explorados implementando dos aplicaciones que usan las APIs de PhoneGap⁷ y ReactNative⁸. Esto permitió poder apreciar los desafíos a los cuáles debe enfrentarse un desarrollador al usar este tipo de mecanismo de sensado. Por otro lado, la exploración de posicionamiento usando WLAN fue realizada calibrando con la aplicación *Situm Mapping Tool* [SitumMappingTool], esta calibración luego puede ser usada mediante una API de servicios que provee *Situm* [Situm], para poder mostrar el posicionamiento actual del usuario en un espacio indoor.

Es relevante mencionar que parte del trabajo realizado en este proyecto ha sido publicado en [Borrelli et al., 2018], en el cual se ha podido difundir distintas lecciones aprendidas en relación al desarrollo multiplataforma de aplicaciones móviles usando *Beacons*.

En la Figura B.1 se puede apreciar el banner presentado en la IV Expo Ciencia y Tecnología de la Facultad de Informática de la UNLP (Octubre, 2018) como parte de la difusión de lo explorado en el proyecto mencionado anteriormente.

⁷ Repositorio del plugin iBeacon para PhoneGap: <https://github.com/petermetz/cordova-plugin-ibeacon> (último acceso: 14/07/2020)

⁸ Repositorio del plugin iBeacon para React Native: <https://github.com/MacKentoch/react-native-beacons-manager> (último acceso: 14/07/2020)

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, Matías A. Santolero
DIRECTOR: Dra. Cecilia Chailoi (cecilia.chailoi@fifa.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

Beacons 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 S4m



Calibración de las señales de WLAN usando la aplicación S4m - Mapping Tool



Para posicionar al usuario dentro del espacio físico, se puede sensar la calibración usando una API de servicios que provee S4m. 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 aceptado en el "X Workshop Innovación en Sistemas de Software" - CACIC 2016.

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.





UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

Figura B.1: Banner del Proyecto “Explorado la brecha entre el diseño y la implementación de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento”.

B.2 Proyecto I+D+i 2019: “Juego móviles basados en posicionamiento: El desafío de los espacios indoors”

El objetivo de este proyecto fue explorar los desafíos involucrados tanto a nivel de diseño como de implementación de Juegos Móviles basados en Posicionamiento, en particular, para espacios indoor. La temática de Juegos Móviles basados en Posicionamiento ha tenido un auge de popularidad en los últimos años, como fue el caso del juego Pokemon Go. Este tipo de juego generalmente obtiene la posición actual del usuario usando los datos del GPS (de los dispositivos móviles). La mayoría de este tipo de juegos están diseñados de manera ad-hoc; es decir, no cuentan con una clara separación, por ejemplo, entre las características propias del juego y los mecanismos de sensado de posicionamiento. Este acople de conceptos genera que la adaptación o evolución involucre refactorizar gran parte del juego en sí. La complejidad de la implementación de estos juegos se incrementa cuando los mismos están destinados a usarse en espacios indoors; dado que actualmente no existe un estándar para posicionar al usuario en este tipo de espacios, como sí ocurre en los espacios outdoor con el GPS. Más aún, un interrogante que surge es cómo lograr que el dinamismo del juego no se pierda, por ejemplo, por la latencia en la actualización de la posición del usuario. Estas son las motivaciones del presente proyecto, en el cual se busca analizar los desafíos involucrados tanto a nivel de diseño como de implementación de este tipo de juegos, en particular, para espacios indoor.

El autor de esta tesis aportó a este proyecto una primera extensión de la herramienta de autor presentada en [Mendiburu et. al, 2019] para poder brindar soporte al co-diseño in-situ de Juegos Móviles basado en Posicionamiento. Esta extensión se corresponde con la presentada en esta tesis en el Capítulo 5.

Usando la extensión mencionada anteriormente, se creó un Juego Móvil basado en Posicionamiento, el cual fue puesto en uso durante la V Expo Ciencia como se detalla en el Capítulo 5.

En la Figura B.2 se puede apreciar el banner presentado en la V Expo Ciencia y Tecnología de la Facultad de Informática de la UNLP (Octubre, 2019) como parte de la difusión de lo explorado en el proyecto mencionado anteriormente. Es relevante mencionar que parte del trabajo realizado en este proyecto se vio luego reflejado en las publicaciones [Challiol et al., 2019] y [Challiol et al., 2020] en las que el autor de esta tesina también participó.



JUEGOS MÓVILES BASADOS EN POSICIONAMIENTO: EL DESAFÍO DE LOS ESPACIOS INDOORS

AUTORES: Franco M. Borrelli, Francisco Goin Plexevi, Candela M. Rouaux Servat, Diego H. Orellano

COLABORADOR: Facundo I. Mendiburu

DIRECTORA: Dra. Cecilia Chaliol (cecilia.chaliol@ifia.info.unlp.edu.ar)

MOTIVACIÓN

Actualmente no existe un estándar para obtener la posición del usuario en espacios indoors, como si ocurre en los espacios outdoors con el GPS. Más aún, un interrogante que surge es cómo lograr que el dinamismo del juego no se pierda, por ejemplo, por la latencia en la actualización de la posición del usuario. Esto motiva este proyecto, en el cual se comenzó a explorar los desafíos involucrados tanto a nivel de diseño como de implementación de Juegos Móviles basados en Posicionamiento, en particular, para espacios indoors.

Experiencia de co-diseño in-situ en un espacio indoor de Juegos Móviles basados en Posicionamiento

Esta experiencia permitió aprender cómo conducir este tipo de co-diseño, logrando también combinar métodos de *Design Thinking* con una herramienta de autor que permite el co-diseño in-situ de *Lugares Relevantes* dentro de un espacio indoor.



Extensión de una herramienta de autor para brindar soporte al co-diseño in-situ de Juegos Móviles basados en Posicionamiento en espacios indoors

La herramienta de autor usada de base permite el co-diseño in-situ de *Lugares Relevantes* dentro de espacios indoors; usa WLAN para posicionar al usuario.



La extensión realizada durante el proyecto permite co-diseñar in-situ Juegos Móviles con Preguntas Posicionadas.

Creación de un Juego Móvil con Preguntas Posicionadas

El Juego Móvil fue co-diseñado in-situ usando el edificio de la Facultad de Informática como espacio indoor.



Las Preguntas Posicionadas son dicotómicas (Verdadero-Falso).

Se le brindan a los jugadores cuando leen los códigos QR correspondientes.



Conclusiones del Proyecto

El proyecto permitió empezar a explorar los desafíos involucrados tanto a nivel de diseño como de implementación de *Juegos Móviles basados en Posicionamiento*, en particular, para espacios indoors. Si bien durante el proyecto hubo mucho aprendizaje, falta mucho por explorar para lograr una solución unificada para el abordaje de este tipo de juegos.



Figura B.2: Banner del Proyecto “Juego móviles basados en posicionamiento: El desafío de los espacios indoors”.

B.3 Proyecto I+D+i 2020: “El desafío de las aplicaciones in-situ en espacios cerrados”

El objetivo de este proyecto fue abordar los desafíos involucrados a nivel de diseño, implementación y puesta en práctica de aplicaciones que son usadas in-situ, en particular, en espacios cerrados.

Las aplicaciones in-situ pueden dar soluciones a problemáticas en diferentes dominios; en este proyecto solo se abordaron dos dominios concretos para identificar claramente qué involucra cada uno de estos. Por un lado, se exploró el dominio relacionado con plagas y enfermedades en frutas y vegetales en invernaderos, en particular la identificación de las mismas. Y, por otro lado, se abordó la temática de juegos móviles basados en posicionamiento en espacios cerrados.

Cabe mencionar que la participación del autor de la presente tesina estuvo dada en el segundo dominio de exploración mencionado, relacionado a juegos. A continuación, se mencionan algunas actividades realizadas grupalmente en relación a esta temática.

Dado que el autor de la tesina contaba con conocimientos sobre la temática de juegos móviles basados en posicionamiento, estuvo asistiendo al resto del grupo a sentar las bases conceptuales de la temática, logrando formular grupalmente a partir de estas un diagrama de clases UML.

Durante el proyecto, se obtuvo una versión mejorada de la herramienta de autor presentada en [Mendiburu et al., 2019]. Permitiendo ahora, por ejemplo:

- Realizar un posicionamiento manual del usuario, dado que anteriormente solo se contaba con el posicionamiento por WLAN. Esta incorporación permite que el equipo de trabajo pueda usar desde sus casas la herramienta, pero estando posicionados, por ejemplo, en el edificio de la facultad para crear puntos de interés. Este tipo de posicionamiento permite contar con la posibilidad de hacer co-diseño basado en mapas.
- Mover el marker de un punto de interés creado, algo que estaba fijo en la versión original de la herramienta. Esto da la flexibilidad de ajustar a la posición adecuada al punto de interés creado.

Las dos funcionalidades mencionadas fueron incorporadas a la extensión configurable de la herramienta que se presenta en el Capítulo 6.

En la Figura B.3 se puede apreciar el banner presentado en la VI Expo Ciencia y Tecnología de la Facultad de Informática de la UNLP (Octubre, 2020) como parte de la difusión de lo explorado en el proyecto mencionado anteriormente. Cabe mencionar que en esta oportunidad dicha exposición se realizó virtualmente.

EL DESAFÍO DE LAS APLICACIONES IN-SITU EN ESPACIOS CERRADOS

AUTORES: Emanuel E. Bastons, Franco M. Borrelli, Francisco Goin Plexevi, Tomás Laborde, Candela M. Rouaux Servat, Mauro E. Pereyra, Guillermo A. Villarreal

DIRECTORES: Dra. Cecilia Challiol, Dr. Matías Urbieta

MOTIVACIÓN

Las aplicaciones in-situ pueden dar soluciones a problemáticas en diferentes dominios, en este proyecto la motivación fue abordar los desafíos involucrados a nivel de diseño, implementación y puesta en práctica de aplicaciones que son usadas in-situ, en particular, en espacios cerrados. En este proyecto solo se abordaron dos dominios concretos para identificar claramente qué involucra cada uno de estos.

Juegos Móviles basados en Posicionamiento

Analizar el código de la Herramienta de autor usada de base



Diagramas para plasmar las bases conceptuales

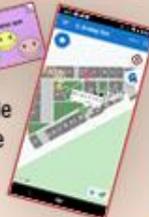


Generar Mockups (potenciales usos)

Refactorización y extensión de la Herramienta de autor



Experiencia de co-diseño de un Juego



Identificación de plagas y enfermedades en frutas y vegetales en invernaderos

Recolección de imágenes



Etiquetado de imágenes



Detección in-situ



Entrenamiento de la red neuronal



Conclusiones

Durante el proyecto se ha logrado avanzar en distintos aspectos en relación a las dos líneas de investigación abordadas. Si bien hubo mucho aprendizaje en ambos dominios, al ser áreas abiertas de investigaciones todo lo abordado permite ir avanzando en la exploración; pero todavía restan muchos trabajos futuros en estas líneas.

Figura B.3: Banner del Proyecto “El desafío de las aplicaciones in-situ en espacios cerrados”.

Anexo C: Formulario SUS de la herramienta

En la Figura C.1 se puede observar el formulario SUS que fue brindado a los participantes una vez que finalizaron la experiencia de uso de la herramienta de autor [Mendiburu, 2019].

Diseño In-situ usando *Authoring Tool*

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.

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