INTERACCION
Revista Digital de AIPO
Asociación Interacción Persona-Ordenador
Vol. 2, No 2 (2021)
ISSN 2695-6578

Hacia una propuesta de evaluación heurística de experiencias de juego pervasivas

Towards a proposal for the heuristic evaluation of pervasive gaming experiences

Nuria Medina-Medina
Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Granada
Granada, España
nmedina@ugr.es

Jesús Gallardo
Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas
Universidad de Zaragoza
Teruel, España
jesus.gallardo@unizar.es

Eva Cerezo
Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas
Universidad de Zaragoza
Zaragoza, España
ecerezo@unizar.es

Francisco Luis Gutiérrez
Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Granada
Granada, España
fgutierr@ugr.es

Jeferson Arango-López
Departamento de Sistemas e Informática
Universidad de Caldas
Manizales, Colombia
jeferson.arango@ucaldas.edu.co

Recibido: 28.10.2021 | Aceptado: 16.12.2021

Palabras Clave

Juegos pervasivos
Evaluación
Heurísticas

Resumen

Los juegos pervasivos son un tipo de experiencias de juego que ya no se limitan al dominio virtual, sino que integran aspectos físicos y sociales del mundo real. Dichos juegos ofrecen al jugador una experiencia enriquecida, expandiendo el mundo del juego de acuerdo con importantes aspectos como son: el contexto en el que se juega, la integración con actividades de la vida diaria o con las personas que están observándolo. Si bien comparten propiedades con otros tipos de juegos, los juegos pervasivos poseen unas características específicas que hacen necesario definir una forma diferente de evaluar su calidad. Este trabajo tiene como objetivo analizar y proponer los elementos diferenciadores de este tipo de experiencias, desde el punto de vista de cada una de las dimensiones que caracterizan la pervasividad en juegos (espacial, temporal y social). Para completar el análisis, se ha realizado un estudio sobre experiencias de juego reales donde se han estudiado los niveles de calidad, desde la pervasividad, que poseen.

Keywords

Pervasive games
Evaluation
Heuristics

Abstract

Pervasive games are a type of gaming experiences that are no longer limited to the virtual domain, but instead integrate physical and social aspects of the real world. These games offer to the player an enriched experience, expanding the game world according to important aspects such as: the context in which the game is played, the integration with activities of daily life or with the people who are observing the game. Although they share

properties with other types of games, pervasive games have specific features that make it necessary to define a different way of evaluating their quality.

This work aims to analyze and propose which are the differentiating elements of this type of experiences, from the point of view of each of the three dimensions that characterize pervasiveness in games (spatial, temporal and social). To complete the analysis, a study has been carried out on several real game experiences where the quality levels they possess have been studied from the point of view of pervasiveness.

1. Introducción

Hace ya mucho tiempo que los juegos aparecieron en la vida de las personas. Inicialmente, los juegos solían implicar la manipulación de elementos físicos. Más adelante, los videojuegos supusieron una gran revolución en este campo al incorporar elementos virtuales al juego y dispositivos de interacción específicos, y atrajeron a un gran número de jugadores nuevos. Pero el propio concepto de videojuego ha ido evolucionando a lo largo de los años, adaptándose a los avances tecnológicos de cada momento. En ocasiones, dichos avances han provocado cambios radicales en el concepto de juego, y la aparición de tipos nuevos de videojuegos. Este es el caso de los llamados juegos pervasivos. La definición más popular de juegos pervasivos (Montola, 2005) expone que un juego pervasivo es aquel que rompe los límites tradicionales del juego, definidos aquellos en términos de dimensiones espaciales, temporales y sociales. Este tipo de juegos suelen incluir el uso de tecnologías más o menos novedosas, como la geolocalización o la realidad aumentada.

Ante la aparición de este nuevo tipo de juegos, surge la necesidad de definir una manera adecuada de evaluarlos. Esta evaluación debe validar tanto propiedades que están presentes de una manera semejante en cualquier tipo de juego, como la motivación o la emoción; otras que también son propiedades habituales en videojuegos pero que aquí toman un significado distinto, como la inmersión; y otras que son nuevas en este tipo de juegos, como la ausencia de límites. Teniendo todo esto en cuenta, en este trabajo hemos pretendido sentar las bases para la futura propuesta de un marco de evaluación de juegos pervasivos. De esta forma, hemos identificado a qué niveles habría que abordar una evaluación de este tipo, qué propiedades deberían considerarse y cómo habría que plantear dicha evaluación.

Basado en lo anterior, en una iteración posterior se podrá generar un conjunto completo de heurísticas que permita la evaluación de los juegos pervasivos teniendo en cuenta todos los aspectos que se han identificado como relevantes para este fin. Para justificar y probar la propuesta se ha realizado un análisis de varias experiencias de juego con el fin de detectar las propiedades propuestas y cómo han afectado al diseño y desarrollo de cada una de las experiencias, siempre centrándonos en el punto de vista de la inclusión de la pervasividad como un elemento de diseño que mejora la experiencia de juego percibida por los jugadores.
El resto del artículo se estructura como sigue: la sección 2 profundiza en el concepto de juego pervasivo y en cómo abordar su evaluación. La sección 3 presenta un estado del arte sobre heurísticas para evaluación de juegos. La sección 4 analiza las dimensiones de evaluación que debe integrar una heurística para juegos pervasivos. La sección 5 presenta el estudio de las experiencias de juego realizado y finalmente, la sección 6 expone las conclusiones y la continuación natural de esta propuesta.

2. Juegos pervasivos y su evaluación

Como demuestran estudios recientes (Kasapakis & Gavalas, 2014), el crecimiento del campo de los juegos pervasivos viene siendo fuerte en los últimos años. En (Arango et al., 2017a) se puede encontrar una revisión con una serie de propuestas de experiencias de juego pervasivas aplicadas a sectores como salud, educación, turismo, entretenimiento y otros. Una posible definición de los juegos pervasivos desde el punto de vista de la experiencia de usuario es la siguiente: "Un juego pervasivo ofrece al jugador una experiencia de juego enriquecida mediante una evolución de las dinámicas del juego, expandiendo el espacio de juego de acuerdo al contexto en que se juega. De esta forma, se rompen los límites del juego, haciendo que la realidad sea parte del mismo, y los elementos presentes en esa realidad pueden influir en el juego" (Arango et al., 2017b). En ese mismo trabajo se han identificado algunos de los conceptos que suelen estar presentes en este tipo de juegos, como son: el uso de dispositivos móviles, el contexto pervasivo, la interacción social, el tiempo, el espacio, la multirrealidad y el uso de la *crossmedia*. Todos estos componentes se integran mediante la denominada narrativa pervasiva.

Como ya se ha mencionado, normalmente son tres las dimensiones que pueden sobrepasarse cuando se desarrolla un juego pervasivo: la temporal, la espacial y la social. La pervasividad temporal normalmente se consigue cuando el juego no se restringe a sesiones concretas en el tiempo. La pervasividad espacial implica que el juego no tiene que ser jugado en un lugar concreto, provocando una mezcla entre el

mundo real y el virtual. Y la pervasividad social tiene lugar cuando personas que no son los jugadores pueden tener una influencia directa en el desarrollo del juego. Una cuarta pervasividad que se podría considerar es la de las dinámicas, que ocurriría cuando las reglas del juego no son fijas, sino que pueden cambiar durante el transcurso de la experiencia de juego por alguna causa. Todas estas dimensiones de pervasividad pueden estar presentes en el juego pervasivo en cierta medida, siendo necesario saber cómo se ha llegado a considerar cada tipo de pervasividad para caracterizar el juego.

3. Evaluación heurística de videojuegos

La evaluación heurística es un mecanismo útil para la evaluación de la usabilidad del software, y se utiliza con mucha frecuencia en procesos de desarrollo centrado en el usuario. Como productos software que son los videojuegos, ellos también han sido evaluados utilizando este tipo de enfoques. Así, a continuación mencionaremos algunos ejemplos de conjuntos de heurísticas, que se han propuesto para la evaluación de videojuegos.

Un primer ejemplo a destacar es el conjunto de heurísticas de la jugabilidad PLAY (Desurvire & Wiber, 2009), que vienen de un trabajo anterior denominado HEP (Desurvire, Jegers & Wiberg, 2007). Estas heurísticas son el resultado de un trabajo llevado a cabo por los autores junto con desarrolladores de videojuegos de diferentes compañías. El conjunto PLAY de heurísticas está pensado para tres géneros concretos de videojuegos, como son los juegos de estrategia en tiempo real, los juegos de acción y aventura y los juegos de disparos en primera persona. Concretando, el conjunto propuesto de heurísticas agrupa estas en tres categorías: (i) juego, (ii) conexión emocional/entretenimiento/humor/ inmersión y (iii) usabilidad y mecánicas de juego. Estas categorías tienen cada una entre cuatro y nueve heurísticas, haciendo un total de 19. Algunas de estas heurísticas realmente tienen diferentes enunciados a ser evaluados, generando hasta 48 elementos de evaluación.

Otra propuesta interesante en este sentido es la desarrollada por (Pinelle, Wong & Stach, 2008), quienes elaboraron una lista de diez heurísticas para ayudar a identificar problemas de usabilidad en videojuegos. Las heurísticas pueden aplicarse en prototipos tempranos o en otros ya funcionales. Estas heurísticas fueron elaboradas a partir de revisiones de videojuegos de seis géneros: juegos de rol, de deportes o carreras, de disparos en primera persona, de acción, de estrategia y de aventura. A partir de esas revisiones, los autores elaboraron una lista de problemas comunes, y esa lista dio lugar a las heurísticas, que abarcan temas como dar respuestas consistentes a los usuarios, la personalización, la facilidad en los controles, la ayuda o instrucciones, etc.

Como tercer ejemplo de trabajo basado en heurísticas para la evaluación de videojuegos vamos a mencionar el conjunto de heurísticas para la evaluación de la jugabilidad en experiencias de juego de González-Sánchez y Gutiérrez-Vela (Sánchez, & Gutiérrez, 2014). Este trabajo pone el foco sobre el concepto de jugabilidad como medida especifica de usabilidad en juegos, definiendo seis facetas de la jugabilidad: intrínsica, mecánica, interactiva, artística, personal y social/interpersonal. Cada faceta ofrece la posibilidad de analizar aspectos específicos sobre la calidad del sistema de juego. Otro concepto que introduce este modelo es el de propiedades y atributos de la jugabilidad. Cada propiedad indica qué características se utilizan como indicadores de la calidad de una experiencia de juego. En concreto, las propiedades son: aprendizaje, efectividad, inmersión, motivación, emoción y socialización. Estas propiedades se miden usando un conjunto de atributos que se evalúa de forma diferente para cada faceta de la jugabilidad. Para ello, cada heurística definida aporta un valor a una o varias propiedades de una faceta concreta. La versión completa del modelo incluye entre 15 y 33 heurísticas para cada faceta, haciendo un total de 144 heurísticas.

4. Heurísticas para medir la pervasividad de un juego: dimensiones a considerar

El análisis de la propiedad pervasiva de una experiencia de juego debe ser realizado desde varias perspectivas, ya que la pervasividad implica que el juego se extiende y ocupa diferentes espacios y tiempos. Por lo tanto, habrá que determinar inicialmente dichas perspectivas, lo que nos proporcionará las dimensiones en las que la evaluación heurística debe moverse. Cada una de estas dimensiones servirá para definir el fenómeno de la pervasividad y cuantificar su magnitud en el juego.

De acuerdo al estado del arte, hemos considerado tres dimensiones de especial trascendencia a la hora de caracterizar un juego pervasivo: la dimensión espacial, la dimensión social y la dimensión temporal. La heurística de evaluación de la pervasividad debe analizar el juego considerando atributos bajo estos tres enfoques. La dimensión espacial se refiere a los lugares, virtuales o reales, destinados al desarrollo de las acciones del juego. La dimensión social se refiere a las personas que forman parte del juego, de forma explícita o implícita. La dimensión temporal se refiere a la propiedad física que permite ordenar los sucesos que tienen lugar en el juego y especificar de forma más o menos flexible la duración de los mismos.

En las siguientes subsecciones se estudian estas tres dimensiones propuestas, las cuales deben ser atendidas a la hora de analizar la pervasividad de un juego, y se establece qué aspectos deberían ser observados en cada una de ellas, así como su repercusión en la calidad general de la experiencia de juego. Estos aspectos son el punto de partida de los atributos que tendrán que ser posteriormente analizados en la heurística de evaluación, mediante un conjunto de preguntas que cubran sin ambigüedad tales cuestiones. Por lo tanto, esta propuesta sienta las bases para definir una heurística de evaluación para cuantificar/cualificar la pervasividad de un juego, permitiendo la flexibilidad suficiente como para establecer diferentes conjuntos de preguntas que permitan conseguir dicho objetivo, siempre y cuando integren de forma correcta todos los atributos identificados en cada dimensión.

4.1 Dimensión espacial

La dimensión espacial hace referencia al medio en el que se desarrolla el juego y puede tratarse de un medio físico, un medio virtual o la combinación de ambos. Los juegos pervasivos incluyen retos dentro del mundo del juego (entorno artificial inspirado en la realidad o fantástico) que, como en cualquier videojuego, pueden requerir usar objetos representados dentro de dicho mundo; pero también pueden integrar retos que involucran espacios y objetos existentes en el contexto físico del jugador. Esta dimensión tratará por tanto de definir la porción del universo real y/o artificial donde transcurren las actividades del videojuego así como la relación existente entre ambos mundos. Dado el carácter pervasivo del juego, los escenarios donde éste acontece deben tener mayor amplitud y multimodalidad que en un juego no pervasivo para crear la sensación de que el juego se propaga a lo largo de distintos canales y persiste a través de ellos.

En la dimensión espacial será necesario observar si existe un espacio de juego bien definido o por el contrario éste es difuso, ya que un juego será más pervasivo en la medida que sea más difícil establecer los límites del espacio del juego. Otro aspecto a considerar será si el juego incluye retos donde se deba hacer uso de objetos existentes en el contexto físico del jugador o que impliquen recorrer un escenario del mundo físico del mismo. Este tipo de retos confirman el carácter pervasivo del juego, el cual se está expandiendo más allá del mundo virtual del juego para alcanzar el mundo real del jugador. En este caso, el juego debe incluir mecanismos para identificar los objetos y escenarios disponibles en el contexto físico del jugador y ser capaz de monitorizar la utilización de estos elementos del mundo real para satisfacer los retos del juego.

En ocasiones también podría ocurrir que dentro del mundo virtual del juego se representasen objetos y lugares presentes en el mundo real del jugador. Esta capacidad pervasiva, al igual que las anteriores, favorece la sensación de inmersión del jugador. La inmersión implica que el jugador se siente parte del juego y que, de alguna manera, el juego envuelve al jugador y lo transporta mentalmente a una aventura donde nada más existe. Implicar el contexto real del jugador significa que esta envoltura traspasa la dimensión espacial del juego y existe en el mundo físico del jugador. Junto a la inmersión, otra característica derivada de la pervasividad es la mayor flexibilidad que ofrece el juego, ya que los contenidos se despliegan en distintos espacios y sin límites perfectamente definidos, lo que implica que algunos espacios del mundo real del jugador podrían ser convertidos en escenarios del juego no predefinidos.

4.2 Dimensión social

La dimensión social se ocupa del conjunto de personas involucradas en el juego. La interacción del jugador con otras personas durante el juego permitirá realizar acciones colectivas, establecer relaciones y provocar una influencia recíproca entre los participantes. En el caso de los juegos pervasivos, la dimensión social también se expande, integrando a personas que no tienen por qué ser jugadores pero que aun así desempeñan un papel (más o menos importante) dentro de la dinámica del juego. Por ejemplo, el juego podría proponer retos que requieren de la unión de un grupo de personas para resolverse, plantear interacciones espontáneas, etc. y habrá participantes jugadores y no jugadores (estos últimos no tienen por qué tener siquiera conciencia acerca de la existencia del juego). La dimensión social se encargará de caracterizar las relaciones interpersonales necesarias para progresar en el juego.

A la hora de analizar la dimensión social de un videojuego pervasivo habrá que considerar si el juego predefine o no todos los jugadores, ya que la ausencia de límites propia de la pervasividad podría manifestarse en esta dimensión al definir un conjunto de jugadores abierto. De este modo, el juego podría admitir la inclusión de nuevos jugadores, no previstos, una vez que el juego está en marcha. Además, el juego podría fomentar la interacción del jugador con personas de su entorno que no son jugadores pero que formarían parte de la interacción social del jugador durante la experiencia de juego.

Otra forma de romper los límites de la dimensión social y promover la elasticidad propia de la pervasividad es que durante el juego se permitan y soporten las interacciones espontáneas del jugador con otros jugadores o personas de su contexto virtual o real. Estos tipos de interacciones más

abiertas permitirán enriquecer el desempeño de los retos grupales, ya sean competitivos o colaborativos. Para realizar estos retos colectivos, el juego debe implementar un conjunto de mecanismos que permitan registrar las interacciones, facilitar medios de comunicación síncronos y asíncronos, detectar las interacciones espontáneas, etc.

Además, también se podrían incluir dentro del mundo del juego, jugadores virtuales que representen personas del contexto social del jugador (de forma análoga a como se puede hacer con los objetos y lugares físicos en la dimensión espacial). Esta actuación también permitiría incrementar la inmersión del jugador dentro del juego, a la vez que se personaliza su experiencia pervasiva.

4.3 Dimensión temporal

Finalmente, la dimensión temporal se organiza en torno a la magnitud del tiempo que permite representar la sucesión de estados por los que transcurre la experiencia de juego. En un juego pervasivo el concepto de tiempo se difumina porque con frecuencia no se podrán establecer los tiempos de juego con precisión. El juego sigue activo aunque no se esté jugando porque se ha dilatado el límite temporal del juego debido a su carácter pervasivo. De este modo, la duración de los retos del juego se difumina y los contextos temporales se amplían durante la experiencia de juego. La dimensión temporal por tanto tendrá que hacer uso de un concepto más flexible de tiempo a la hora de caracterizar la pervasividad del juego.

Cuando caracterizamos un juego pervasivo, a menudo, no es posible o no es natural hablar de sesiones de juego. Esto ocurre porque el juego persiste entre estos periodos continuados de juego y en realidad nunca deja de estar activo. Esto puede ocurrir porque el juego plantee retos que no tienen límite de tiempo o porque, aunque el jugador no esté jugando, el juego sigue progresando y registrando determinada información acerca del estado del jugador o su actividad, como puede ser los objetos que utiliza, los desplazamientos que realiza, las personas con las que interacciona, etc. De alguna forma, la dimensión temporal permanece activa aunque las otras dos dimensiones no lo estén de forma explícita. Para que esto suceda, lógicamente, los mundos del juego no pueden ser efímeros, sino que por el contrario deben persistir a lo largo del tiempo. Además, el juego debe proporcionar mecanismos de comunicación asíncrona entre los jugadores, para que la dimensión social pueda estar activa aunque el jugador no esté jugando en ese momento. Esta capacidad del juego de ser jugado en cualquier momento, incluso cuando no se está jugando, redunda positivamente en la flexibilidad derivada de la pervasividad.

Además de extender los límites temporales más allá de las sesiones de juego, el juego pervasivo podría difuminar estos límites al introducir incertidumbre en cuanto al momento en el que el juego debe ser jugado. Esto ocurriría, por ejemplo, si el juego puede requerir que el jugador realice determinadas acciones o satisfaga ciertos retos aunque no se encuentre jugando, sin estar establecidos horarios fijos para ello.

Con el ánimo de categorizar todas estas variantes de la dimensión temporal de la pervasividad, se presentan tres tipos generales expresados en (Arango et al., 2021):

- Síncrona: El jugador debe estar conectado al juego para que este pueda ser ejecutado, cuando el jugador se desconecta, el juego finaliza.
- Asíncrona: El juego tiene la capacidad de continuar su ejecución, incluso aunque el jugador se encuentre desconectado. El mundo del juego sigue su curso, de tal forma que cuando el jugador se conecte nuevamente podrá encontrar un nuevo estado del juego con respecto a cómo se encontraba antes de desconectarse.
- Por eventos: esta expansión se da cuando se tiene la situación en la que el jugador recibe notificaciones por parte del juego cuando ocurre un evento, de tal forma que éste sea consciente de lo que está sucediendo en el mundo del juego y pueda realizar acciones en el momento indicado.

Es por ello que esta dimensión está también relacionada con otras dimensiones colaterales como pueden ser la privacidad y la seguridad, que deberían ser analizadas en relación a esta.

A modo de resumen, en la figura 1 se muestran las dimensiones analizadas (espacial, social y temporal) y las propiedades más importantes detectadas en cada dimensión (espacio de juego abierto, inclusión del contexto espacial, conjunto de jugadores abierto, etc.) que se considera deben ser utilizadas durante el estudio de los grados de pervasividad y de la efectividad alcanzada en una experiencia de juego pervasiva.

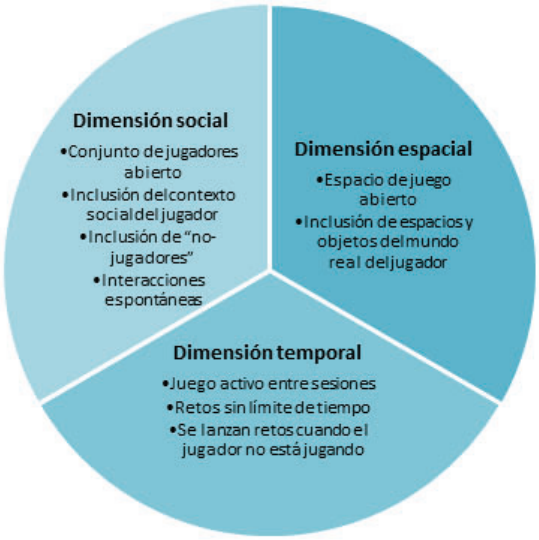

Figura 1: Dimensiones para caracterizar la pervasividad de un videojuego

5. Estudio de casos de uso

Con el propósito de evaluar y utilizar la propuesta y de ayudar a comprender las tres dimensiones identificadas para la pervasividad y sus atributos, en esta sección se analizan distintas experiencias de juego desde el enfoque de su naturaleza pervasiva. Hemos comenzado por la evaluación de uno de los juegos "clásicos" y que se suele poner como referente en el campo de los juegos pervasivos como es el videojuego Pokemon GO y su ecosistema de juego asociado y seguimos con tres experiencias de juego (El viaje fantástico, EncuéntraTe y Discovering-EAM) propuestos por los autores del trabajo y que poseen diferentes niveles y formas de inclusión de la pervasividad como mecanismo del incremento de la calidad de la experiencia proporcionada por los juegos.

5.1 Pokémon GO

Pokémon GO (figuras 2 y 3) es un videojuego de realidad aumentada basado en localización, co-creado por Niantic y Game Freak para dispositivos smartphone que fue publicado en 2016. Posteriormente, en 2018, tras su revolucionario éxito, Nintendo y The Pokémon Company publicaron otros juegos de la franquicia para Nintendo Switch. Pokémon Go tiene como finalidad atrapar todos los Pokémon posibles. Para ello, el juego implementa un sistema de geolocalización que hace uso del GPS del teléfono móvil para detectar los Pokémon, Poké paradas y Gimnasios que se han posicionado previamente alrededor del mundo.

Pokémon Go insta a los jugadores a que se movilicen y visiten innumerables localizaciones del mundo real para completar su colección de Pokémons. Por lo tanto, la dimensión pervasiva que fundamentalmente se explota en este juego es la dimensión espacial. Concretamente, la tecnología de realidad aumentada se utiliza en el juego para generar una estrecha relación entre el mundo real y el mundo virtual, de modo que el usuario necesita realizar acciones en el mundo real para interactuar con la historia lúdica inducida por el juego. De esta forma, los límites del espacio de juego se difuminan, y el jugador transita del mundo real al mundo virtual y viceversa casi sin darse cuenta.

Figura 2: Pokémon GO

Consecuentemente, los retos planteados por el juego son híbridos en el sentido de que involucran localizaciones del mundo físico y objetos virtuales (Pokémons que aparecen en los escenarios con realidad aumentada). Esta condición multi-modal favorece la inmersión del jugador, produciendo en muchos casos simpáticas anécdotas que demuestran la gran concentración de los jugadores mientras se entregan a la "ardua" tarea de buscar los Pokémons. En este sentido, incluso cuestiones de seguridad personal fueron discutidas en distintos foros, con el objeto de analizar los posibles peligros de una excesiva inmersión en localizaciones con tráfico, una orografía complicada u otras características que puedan poner en peligro la integridad física de la persona.

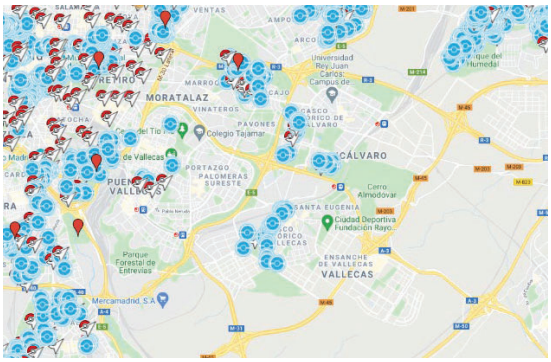

*Figura 3: Localización de **gimnasios** y **poké paradas** de una localización concreta de la ciudad de Madrid*

El juego también aborda, aunque de manera más co-lateral, la dimensión social de la pervasividad, ya que mediante el concepto de los Gimnasios, los jugadores compiten entre sí, sin conocer previamente quiénes serán sus competidores

(podrían ser cualquiera). Para ello, existen Gimnasios que los jugadores pueden conquistar, no de forma individual sino en equipos: Team Instinct, Valor y Mystic. La dinámica consiste en que cada equipo utilice los gimnasios de su equipo para entrenar y compita contra los de los otros equipos. A la hora de elegir un equipo es importante la comunidad a la que físicamente se pertenece (figura 3) ya que va a depender mucho del número de gimnasios existentes en la zona por la que el jugador se mueve habitualmente. Cuando un jugador gana una batalla en un Gimnasio, coloca un Pokémon que actuará de guardián del Gimnasio y el lugar se tiñe del color del equipo: amarillo para el equipo Instinct, rojo para el equipo Valor y azul para el equipo Mystic. Por la forma en que se crean los equipos, podemos decir que son equipos ad-hoc, donde no hay nada predefinido y se pone de manifiesto la ausencia de límites e incertidumbre tan característica de la pervasividad, así como la alta dependencia sobre aspectos externos al juego.

Lógicamente, el juego también fomenta la interacción del jugador con personas de su entorno que no son jugadores, principalmente con personas del escenario físico a las que el jugador puede preguntar por una ubicación determinada en su camino hacia el siguiente Pokémon o incluso si han visto a otros jugadores en los alrededores. Finalmente, tanto los Gimnasios como las Poké paradas (puntos donde se obsequian ítems de utilidad para el jugador), tienen el objetivo social de hacer que numerosos jugadores converjan en ese punto y se encuentren en el mundo físico. Por lo tanto, en la dimensión social de la pervasividad, Pokémon GO propicia relaciones sociales espontáneas que enriquecen la experiencia de juego frente a la que puede promover un videojuego no pervasivo.

En cuanto a la dimensión temporal, es evidente que en Pokémon GO no tiene sentido hablar de sesión o sesiones de juego. El juego puede estar activo en todo momento, ya que en la ubicación más inesperada puede aparecer uno de esos Pokémons que nos falta. Esto genera la ilusión en el jugador de que el juego es continuo, de que la historia del juego forma parte de su vida real y de que el juego es más flexible que otro tipo de juegos ya que no le marca tiempos ni impone límites temporales para la consecución de los retos. Aun así, el jugador no pierde el control y puede decidir cuándo quiere atrapar Pokémons y cuándo dar simplemente un paseo por la ciudad, cuándo comparte su ubicación por GPS y cuándo decide primar su privacidad.

5.2 El viaje Fantástico

El viaje fantástico (figuras 4 a 8) es un juego educativo diseñado inicialmente para niños con TDAH desarrollado por el Grupo AffectiveLab de la Universidad de Zaragoza con el apoyo de educadores y terapeutas (Gallardo et al., 2018) con el objeto de trabajar la atención, la planificación y las habilidades sociales. El juego fue diseñado para ser jugado en el Espacio Interactivo JUGUEMOS (Bonillo, Marco, & Cerezo, 2019), un espacio interior de unos 70 m^2 situado en el Centro de Arte y Tecnología de Zaragoza que incluía un sistema de localización en tiempo real, dos Kinects, micrófonos, proyectores y un conjunto de cuatro dispositivos de mesas tangibles NikVision (Marco, Baldassarri & Cerezo, 2013). El espacio ha funcionado durante años como un laboratorio para el prototipado de juegos interactivos multimodales basados en interacción gestual, tangible y por voz y ha sido el escenario de diversas experiencias de juego dirigidas a niños y niñas y a sus familias.

El viaje fantástico es un juego multijugador, para hasta 16 jugadores de entre 7 y 12 años organizados en cuatro grupos que han de colaborar para lograr sus objetivos. El juego está dirigido a jugadores inexpertos que no necesitan estar familiarizados con las reglas del juego ni con los controles. En las paredes del espacio interactivo se proyecta la historia de una chica llamada Pipo, que tiene un sueño en el que se pone un sombrero mágico. Con el sombrero puesto, vuela al espacio (virtual). donde se encuentra con el Cometa de las risas, que entrega risas por todo el universo. Durante el encuentro, Pipo se pierde con la bolsa de risas. Entonces, ella decide viajar por el espacio para encontrar al cometa y devolverle la bolsa para que pueda seguir repartiendo risas por todas partes. Los jugadores tienen que ayudar a Pipo en su aventura ayudándole a superar diez desafíos o misiones en el espacio interactivo haciendo, de este modo, que la historia en el mundo virtual progrese.

De esta forma el juego trabaja muy especialmente la pervasidad espacial, en la que se combinan los elementos virtuales y físicos, en una interacción multimodal que busca crear la sensación de que el juego se propaga a lo largo de distintos canales y persiste a través de ellos. A continuación, se describen varias misiones donde se pone de manifiesto esta fuerte componente de pervasividad espacial.

Figura 4: El viaje fantástico: El Sol y la Luna

Por ejemplo, existe una misión llamada El Sol y la Luna (figura 4), donde precisamente una luna y un sol virtuales proyectan unas sombras en la habitación y los jugadores han de moverse en el espacio físico y colocarse dentro de dichas siluetas. Los jugadores llevan unos collares que permiten, a través del sistema de localización en tiempo real, verificar si se ha conseguido el reto.

Figura 5: El viaje fantástico: Visitando la estrella Sioux

Existe otra misión que se denomina Visitando la estrella Sioux (figura 5). En este mundo virtual, los indios Siux tocan los tambores y repiten unos patrones de sonido/colores. Cada equipo de jugadores se dispone en una mesa tangible representando cada una de ellas un color y un sonido. Para superar la misión los jugadores tienen que reproducir la secuencia de sonidos/colores golpeando la mesa con baquetas en el orden correcto.

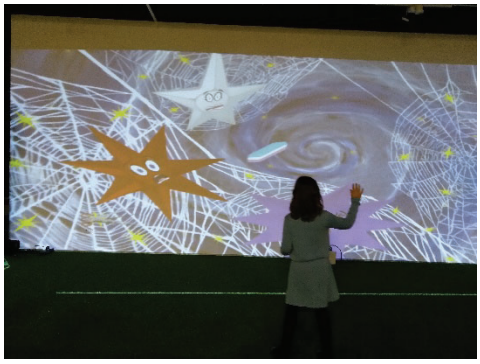

Figura 6: El viaje fantástico: Liberando a las estrellas

Liberando a las estrellas (figura 6) es otra misión donde el objetivo es liberar a tres estrellas que han quedado atrapadas en una tela de araña en el espacio virtual. El jugador tiene que seleccionar los elementos requeridos por medio de la interacción gestual en el espacio físico.

Figura 7: El viaje fantástico: Contando mariposas

Contando mariposas (figura 7) es otra misión donde el mundo virtual se llena de mariposas, y los jugadores han de contar cuántas mariposas hay de cada color. Si los jugadores están quietos y callados en el espacio físico las mariposas se posan en las flores y son fáciles de contar. En caso contrario, las mariposas echan a volar y se hace imposible contarlas.

El juego también aborda, aunque de forma más colateral, la pervasividad social. El número de equipos está determinado por el número de mesas interactivas, pero no así el número de integrantes de cada equipo, pudiendo intervenir en las misiones más o menos jugadores. Al jugarse en un espacio interior pero público, el juego está abierto a la incorporación de otras personas o a la intervención de las personas que vienen a traer a los niños al espacio a jugar.

Figura 8: El viaje fantástico: Buscando la maleta y descubriendo el código

Por ejemplo, en la misión Buscando la maleta y descubriendo el código (figura 8), se favorece la ayuda por parte de personas presentes en el espacio. En esta misión los jugadores han de buscar una maleta escondida en el espacio interactivo. Una vez encontrada descubren que lleva un candado cuyo código deben averiguar jugando a un juego en el espacio virtual que se maneja mediante la interacción tangible con objetos sobre las mesas interactivas. Una vez descubierto han de abrir el candado para liberar objetos que necesitan para las siguientes misiones. En esta actividad es muy habitual que los niños pidan ayuda a los presentes en el espacio tanto para encontrarla como para abrir el candado.

La pervasidad temporal no está en principio contemplada al haber sido diseñado el juego para ser jugado por las personas que acuden de forma puntual a dicho centro en sesiones de juego definidas.

5.3 EncuéntraTe

EncuéntraTe (figura 9) es un juego pervasivo orientado para mayores, con el objetivo de mejorar su calidad de vida, tanto a nivel físico (ya que deberán moverse por su entorno para jugar, con lo cual se estimula la actividad física) como a nivel cognitivo (ya que el juego implica desbloquear recuerdos, que estimularán su memoria). Se trata de un juego para dispositivos móviles, fundamentalmente teléfonos, pero también adaptado a tabletas o dispositivos similares. Actualmente, el juego está disponible para dispositivos móviles con el sistema operativo Android.

El juego consiste en buscar ciertos objetos (habitualmente fotos) que, al detectarse, generan objetos virtuales mediante realidad aumentada. Al tocar ese objeto se desbloqueará un recuerdo que pasará a formar parte de un álbum, y hará avanzar al jugador en su progreso. Los recuerdos son historias, personajes, eventos, canciones, películas, etc., de distintas décadas del siglo XX. Están agrupados por categorías. La intención es hacer que las personas que jueguen recuerden aspectos del pasado, y también puedan descubrir otras nuevas que podrían desconocer. En ese sentido, una parte importante de los recuerdos están seleccionados para que tengan que ver con el entorno en el cual el juego se va a jugar (la ciudad de Teruel).

Figura 9: Pantalla de juego de EncuéntraTe

El inicio del proyecto parte con la intención de desarrollar un juego pervasivo, según la definición que se hizo en la introducción, que pudiera ayudar a mejorar la calidad de vida de los mayores, incidiendo en aspectos como mantenerles activos, ejercitar su mente o potenciar sus habilidades sociales. Para el diseño y desarrollo del juego se contó con la colaboración de un complejo residencial para mayores. Se buscó desde el principio seguir un enfoque de diseño centrado en el usuario, de forma que la idea final del juego fue generada entre el equipo de desarrollo, el personal del complejo residencial y un grupo de mayores.

En la figura 9 se muestra un ejemplo de pantalla de juego. En ella, tres botones son fijos: el superior, para ver los logros conseguidos por el usuario (medallas obtenidas según se desbloquean recuerdos), y los dos inferiores, para ver el ránking del juego y para ir al álbum en el cual se encuentran todos los recuerdos ya vistos, respectivamente. En cuanto al botón central, se trata de un objeto virtual que ha aparecido en la realidad aumentada al estar enfocando una imagen de las que la base de datos del programa identificada como objeto a localizar. En este caso, se trata de un botón virtual que desbloqueará un recuerdo de la categoría de deportes.

El juego EncuéntraTe desarrolla de manera importante la pervasividad espacial. A pesar de que está pensado para jugarse dentro de un espacio concreto, fundamentalmente una residencia para personas mayores, dentro de ese espacio se puede jugar en potencialmente cualquier sitio, y precisamente la intención del juego es hacer a las personas que jueguen moverse por el espacio para avanzar en el juego. Recordemos que el objetivo del juego es encontrar una serie de objetos que, al escanearse con el juego activo en el dispositivo móvil, desbloquean un cierto recuerdo. Por lo tanto, ubicando los objetos en lugares distintos del entorno del juego se hace que las personas que jueguen deban moverse y, de hecho, es posible cambiar la ubicación de los objetos a buscar en cualquier momento. Eso hace que sea impredecible el saber dónde se puede conseguir avanzar en el juego (dentro de unos límites) y así se consigue la pervasividad espacial.

En cuanto a la pervasividad social, el juego EncuéntraTe podríamos considerar que la presenta, pero de una manera más tangencial. Es cierto que los jugadores del juego son los que están registrados como tales, y por lo tanto no existe la posibilidad de que alguien no identificado como jugador pase a serlo automáticamente. Pero sí que es posible que una persona se registre y se ponga a jugar en cualquier momento, ya que la lista de jugadores es dinámica. Y además, existe la posibilidad de que personas que no son jugadoras intervengan en el juego, por ejemplo dando pistas a quienes sí juegan sobre dónde se encuentran los objetos a localizar. Por lo tanto, sí que podríamos considerar que existe algo de pervasividad social en el juego.

Finalmente, en cuanto a la dimensión de la pervasividad temporal, el juego claramente desarrolla esta faceta. Al juego se puede jugar en cualquier momento, no existiendo el concepto de sesión de juego con duraciones fijas. Las

personas que juegan pueden comenzar a buscar los elementos que desbloquean recuerdos cuando quieran, y pueden hacerlo con la frecuencia que elijan. Es incluso posible estar mucho tiempo sin jugar y volver a retomar el juego en un momento dado, sin que el progreso en el mismo se vea afectado. Así pues, podemos considerar que la pervasividad temporal está claramente presente en el juego EncuéntraTe.

5.4 Discovering-EAM

Discovering-EAM es una experiencia de juego desarrollada siguiendo la metodología GeoPGD (Arango et al., 2021). Esta experiencia se ha desarrollado para dar solución a una problemática identificada en diferentes instituciones de educación superior, la cual se centra en la adaptación de los estudiantes nuevos a los espacios de los diferentes campus universitarios. En este caso, la experiencia de juego se llevó a cabo en la Institución Universitaria EAM (Armenia, Colombia). En la figura 10 se puede ver la presentación oficial de Discovering-EAM por parte de la universidad.

Figura 10. Presentación oficial de Discovering-EAM ante la comunidad universitaria

El juego estuvo enmarcado dentro del proyecto JUGUEMOS, específicamente en una tesis de doctorado (Arango, 2019), donde se buscaba diseñar e implementar una experiencia de juego pervasiva que aportará en el campo de la educación, para lo cual se realizó un estudio previo para identificar las necesidades y problemáticas de los estudiantes. De allí se pudo concluir que la ubicación en los espacios físicos era uno de los problemas más relevantes.

El principal objetivo del juego es llevar a los estudiantes a recorrer y reconocer los espacios físicos de las sedes de la Universidad. Esto genera nuevo conocimiento sobre las actividades principales que se llevan a cabo en cada uno de los espacios. Los estudiantes conocen poco a poco las dependencias principales de la administración, áreas de recreación, aulas de clase, etc.

El juego cuenta con una experiencia narrativa, la cual se centra en una historia fantástica de un extraterrestre. El personaje principal se llama *Ingenium* y ha llegado al planeta Tierra por accidente y ha estrellado su nave y se ha destruido totalmente. Por tal motivo busca apoyo en los estudiantes para conseguir las piezas necesarias y así construir nuevamente su nave. Las piezas de la nave se pueden encontrar mediante realidad aumentada en cada uno de los espacios definidos. Al tocar cada objeto se obtiene la pieza y se agrega al almacén de artículos, además, se muestra una descripción de las actividades que se llevan a cabo allí. Posteriormente, el juego entrega las indicaciones del siguiente lugar al estudiante. Con las indicaciones, el jugador deberá encontrar el nuevo marcador de realidad aumentada y obtener nuevas piezas. De esta manera el estudiante recorrerá los edificios de la Universidad hasta llegar al reto final que permite la construcción de la nave y posterior viaje de Ingenium de regreso a su planeta.

Discovering-EAM motiva a los jugadores a mantenerse en movimiento para superar los retos de manera rápida y así conseguir el primer lugar y ser quien ayuda a Ingenium a regresar a su planeta. Durante la experiencia realizada en la EAM, se incorporó un trabajo colaborativo, donde se pudo trabajar en equipos conformados por hasta 5 estudiantes, esto debido al tiempo limitado que se tenía para desarrollar la actividad. Sin embargo, este trabajo colaborativo impulsó la interacción social entre los estudiantes que hasta ese momento no se conocían.

En este sentido, evaluando la pervasividad de Discovering-EAM, se puede encontrar un énfasis en los ejes del espacio y de la interacción social. En cuanto a la pervasividad espacial, los estudiantes se movilizaron por el mundo real siguiendo indicaciones virtuales y queriendo apoyar e un personaje fantástico. La mezcla de los dos mundos se realizó mediante la realidad aumentada que mostraba las diversas piezas de la nave y también al personaje principal. Al igual, la interacción social entre los estudiantes se vio impulsada por el juego. Esto permitió que se generaran relaciones reales entre los estudiantes durante la ejecución del juego, las cuales posiblemente perduren en el tiempo.

En cuanto a la pervasividad temporal se puede concluir que fue de tipo asíncrono porque los jugadores podían desconectarse y continuar más adelante, habiendo cambiado el mundo del juego cuando se generan una nueva conexión.

En la figura 11 se muestra una parte del diseño visual de la aplicación en ejecución con los tres momentos que existen en un reto. La primera pantalla representa la explicación del reto y las indicaciones para llegar a un lugar específico. La segunda

pantalla representa la parte de la nave que se encuentra relacionada con el lugar encontrado, esto se logra mediante realidad aumentada. Finalmente, se felicita al jugador y se entrega información relacionada con las actividades que se desarrollan en dicho lugar y la descripción de las personas que allí laboran. En todo momento se tiene acceso a las opciones de menú principal, los logros, los retos, las pistas y el mapa general del juego.

Figura 11: Secuencia de un reto en el juego de Discovering-EAM

A continuación, en la figura 12, se muestran a un conjunto de estudiantes jugando en Discovering-EAM y localizando una parte de la nave de Ingenium.

Figura 12: Secuencia de un reto en el juego de Discovering-EAM

Dada su naturaleza, Discovering-EAM es un juego que debe ejecutarse en dispositivos móviles que cuenten con cámara para realizar procesos de lectura de marcadores y que sea compatible con realidad aumentada. Actualmente, el juego está disponible para dispositivos móviles con el sistema operativo Android.

6. Conclusiones y trabajo futuro

Los juegos pervasivos suponen una forma diferente de jugar en la que el contexto se integra en el propio juego, ampliando los límites sociales, espaciales y temporales de los videojuegos tradicionales. En el artículo se han analizado las tres dimensiones de la pervasividad (espacial, social y temporal) y las propiedades a tener en cuenta en cada una de ellas. Se trata de un primer paso para la definición de un marco de evaluación heurística de juegos pervasivos. El siguiente paso, en el que se está trabajando, es la generación de un conjunto completo de heurísticas que permita la evaluación de juegos pervasivos teniendo en cuenta los aspectos que se han identificado como relevantes para este fin.

En el trabajo también se ha realizado una presentación de cuatro experiencias de juego, muy diferente ente ellas, pero todas con algo en común: se han incluido aspectos de pervasividad en su diseño con el fin de mejorar la experiencia percibida por los usuarios. En cada una de estas experiencias se ha analizado de qué forma los elementos que se han identificado a lo largo del trabajo (estructurados en los tres ejes: espacial, social y temporal), aparecen como componentes o mecanismos de diseño en los juegos y cómo ellos afectan a la experiencia "vivida" por los jugadores.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCI), la Agencia Española de Investigación (AEI) y la UE (FEDER) a través del contrato RTI2018-096986-B-C31, por el Gobierno de Aragón (Grupo T60_20R) y por la Fundación Ibercaja y la Universidad de Zaragoza (proyecto JIUZ-2020-TEC-04)

Referencias

Arango López, J. (2019). GeoPGD: metodología para la implementación de juegos pervasivos georreferenciados apoyados en Linked Open Data.

Arango-López, J., Collazos, C. A., Vela, F. L. G., & Castillo, L. F. (2017a, July). A systematic review of geolocated pervasive games: a perspective from game development methodologies, software metrics and linked open data. In International Conference of Design, User Experience, and Usability (pp. 335-346). Springer, Cham.

Arango-López, J., Gallardo, J., Gutiérrez, F. L., Cerezo, E., Amengual, E., & Valera, R. (2017b, September). Pervasive games: giving a meaning based on the player experience. In Proceedings of the XVIII international conference on human computer interaction (pp. 1-4).

Arango-López, J., Gutiérrez Vela, F. L., Collazos, C. A., Gallardo, J., & Moreira, F. (2021). GeoPGD: methodology for the design and development of geolocated pervasive games. Universal Access in the Information Society, 20(3), 465-477.

Bonillo, C., Marco, J., & Cerezo, E. (2019). Developing pervasive games in interactive spaces: the JUGUEMOS toolkit. Multimedia Tools and Applications, 78(22), 32261-32305.

Desurvire, H., & Wiberg, C. (2009, July). Game usability heuristics (PLAY) for evaluating and designing better games: The next iteration. In International conference on online communities and social computing (pp. 557-566). Springer, Berlin, Heidelberg.

Desurvire, H., Jegers, K., & Wiberg, C. (2007). Evaluating fun and entertainment: Developing a conceptual framework design of evaluation methods. In INTERACT'07.

Gallardo, J., López, C., Aguelo, A., Cebrián, B., Coma, T., & Cerezo, E. (2018). Development of a pervasive game for ADHD children. In Interactivity, Game Creation, Design, Learning, and Innovation (pp. 526-531). Springer, Cham.

Kasapakis, V., & Gavalas, D. (2014, November). Blending history and fiction in a pervasive game prototype. In Proceedings of the 13th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia (pp. 116-122).

Marco, J., Baldassarri, S., & Cerezo, E. (2013). NIKVision: Developing a Tangible Application for and with Children. J. Univers. Comput. Sci., 19(15), 2266-2291.

Montola, M. (2005, December). Exploring the edge of the magic circle: Defining pervasive games. In Proceedings of DAC (Vol. 1966, p. 103).

Pinelle, D., Wong, N., & Stach, T. (2008, April). Heuristic evaluation for games: usability principles for video game design. In Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems (pp. 1453-1462).

Sánchez, J. L. G., & Vela, F. L. G. (2014). Assessing the player interaction experiences based on playability. Entertainment Computing, 5(4), 259-267.