



CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



Graduado en Ingeniería Informática

Universidad Politécnica de Madrid

Escuela Técnica Superior de  
Ingenieros Informáticos

**-Trabajo Fin de Grado-**

**Gamificación de FarolApp**

Autor: Jose Manuel de Arnaiz Martin

Director: Oscar Corcho y Esteban González Guardia

## Table of Contents

Introducción.....	6
Trabajos Previos.....	6
Documentarse sobre la gamificacion, como y por qué:.....	7
Motivaciones para gamificar.....	9
Influencia Social.....	9
Reconocimiento.....	9
Beneficio reciproco.....	9
Exposicion a la red.....	10
Diseño de gamificacion.....	11
Sistema PBL.....	11
Sistema DMC.....	13
Trayecto del jugador.....	15
Toma de decisiones.....	18
Modelo a seguir.....	18
Usuarios objetivos de la aplicacion:.....	19
Objetivos/logros del usuario:.....	19
Modelo de compromiso/participación: .....	19
Herramientas de gamificación usadas.....	20
Sistema de niveles por puntuación:.....	20
LeaderBoard/Tabla puntuación:.....	20
Integración con facebook.....	20
Música y efectos de sonido:.....	21
Simplificación.....	21

Decisión sobre el lenguaje de programación a utilizar .....	21
Almacenamiento de Farolas.....	22
Algoritmo Fleiss-Kappaxx.....	23
HTML5.....	26
NODE.JS .....	27
GoogleMaps API.....	27
Plataformas de Hosteo.....	31
El juego.....	32
Inicio del juego.....	32
Estructura de ficheros.....	33
Pantalla de inicio.....	34
Pantalla tras hacer click en “Empieza!” .....	35
Click en una farola .....	36
Click en Sistema de puntuación.....	37
Puntos y nivel de usuario.....	37
Evento subir de nivel y compartir.....	38
Puntuaciones Globales/Tabla Puntuaciones.....	39
Conclusiones.....	40

## Índice de figuras

Figura 1 Experiencia de usuario.....	12
Figura 2: Icono html5 .....	16
Figura 3: Versiones de navegadores mínimas que soportan html5 con geolocalización.....	16
Figura 4: Icono NodeJS.....	17
Figura 5: Icono de GoogleMaps.....	17
Figura 6: Levantamos el servidor con la aplicación .....	21
Figura 7: Estructura del código de la aplicación.....	22
Figura 8: Pantalla principal de la aplicación.....	23
Figura 9: Mapa con farolas disponibles en la cercanía.....	24
Figura 10: Formulario para puntuar farolas.....	25
Figura 11: Sistema de puntuación de farolas.....	26
Figura 12: Puntuación y nivel de usuario.....	26
Figura 13: Pantalla de notificación de nivel y compartir en facebook.....	27
Figura 14: Pantalla de puntuaciones globales.....	28

## **Resumen**

Este trabajo consiste en la explicación de la gamificación de la aplicación farolApp. Ofrece una visión de lo que es la gamificación, las motivaciones para llevarla a cabo y cuales son sus principales herramientas para llegar al objetivo de gamificar faroloApp. Veremos las decisiones tomadas el diseño propuesto, que tecnologías se han usado y una demo funcional donde se aprecian las decisiones tomadas para desarrollar una aplicación ya gamificada que no pierda de vista el objetivo original de su aplicación original, poder aportar información del estado de las farolas de nuestros alrededores ayudando a mejorar nuestro entorno y reducir la contaminación lumínica.

## **Abstract**

This Paper's consist of the description of farolApp's gamification. It offers a point of view of gamification, the reasons and motivations behind to reach the goal of gamifying the app with its main tools. We will go through the decision making of the design, the technologies used and a functional demo where we can see the results of the gamification without losing the value of its main purpose, the hability to report points of light in our cities that polute our skies with too much light.

# Introducción

El proyecto a presentar se trata sobre la “Gamificación de la Aplicación FarolApp”. Antes de empezar a presentar la aplicación de la cual parte este desarrollo debemos entender qué significa “gamificación”.

*“(gamification en el ámbito anglosajón) es el empleo de mecánicas de juego en entornos y aplicaciones no lúdicas con el fin de potenciar la motivación, la concentración, el esfuerzo, la fidelización y otros valores positivos comunes a todos los juegos. Se trata de una nueva y poderosa estrategia para influir y motivar a grupos de personas.”<sup>i</sup>*

Esto mismo aplicado al desarrollo de aplicaciones que en un principio no estaban pensadas de forma lúdica. Nos permite sacar un mayor y prologando uso de la aplicación como una cantidad superior de usuarios que acompañen a nuestra App.

Aquí es donde entra FarolApp . Una aplicación desarrollada por 6 programadores <sup>ii</sup> y con la colaboración de Oscar Corcho.

FarolApp esta creada para concienciar y ayudar a localizar la contaminación lumínica generada por las farolas que nos rodean día a día. Esto se consigue mediante la integración de los servicios de geolocalización que nos ofrece Google, como son Google Maps y Street View, información proporcionada por los ayuntamientos de su alumbrado y finalmente la interacción con el usuario de la aplicación.

Al usuario de la aplicación se le muestra un mapa solapado de donde se encuentra situado con la localización de las farolas obtenidas de los datos públicos. Dicho usuario puede rellenar información sobre las farolas existentes como puede ser su estado, o incluso puede añadir nuevas farolas. Permitiendo así mediante el uso de la aplicación esta misma crezca.

Sin embargo la aplicación aun siendo funcional, no es lúdica, y por lo tanto la base de usuarios que hace uso de la misma es menor a si gamificamos esta aplicación.

## Trabajos Previos

Trabajo realizado hasta ahora se ha compuesto principalmente de los siguientes puntos expuestos en el plan de trabajo del proyecto.

Estudio de aplicaciones/juegos existentes:

- Aplicacion FarloApp<sup>iii</sup> La aplicación se basa principalmente en la integración del alumbrado de las ciudades añadiendo funcionalidad mediante geolocalización de google y streetview. La aplicación permite;
  - Añadir información sobre las farolas localizadas como potencia, altura o el estado de la misma.
  - Añadir nuevas farolas que no se encuentran en los datos libres recogidos con ayuda de streetview de google<sup>iv</sup>.
  - Navegar a través de un mapa solapado que muestra la localización de las farolas existentes

Estos datos se pueden obtener gratuitamente e integrar en la aplicación como por ejemplo desde un fichero csv<sup>v</sup> en este caso proporcionado por diputación de Cadiz con la localización del alumbrado.

- Juego NightKnights<sup>vi</sup> Este juego nos proporciona una forma de clasificar imágenes tomadas desde la estación espacial ISS mediante un modo multijugador de 2 personas. Mediante el voto de ambas, si coincide se consigue clasificar la imagen y se gana una puntuación como recompensa.

Analizando el código fuente se observa que se ha realizado mediante CSS, librerías de javascript como jquery<sup>vii</sup> (librería muy común para hacer uso de múltiples funciones básicas en cliente) bootstrap<sup>viii</sup> (principalmente para un diseño responsive) y AngularJS<sup>ix</sup> (para la lógica del juego).

- ElectroCity<sup>x</sup> Un juego interesante desarrollado en Nueva Zelanda en tecnología Flash, el objetivo principal del juego es generar conciencia sobre el consumo de energía de una ciudad y el cuidado del medio ambiente. A través del crecimiento de la ciudad y habitantes debes intentar mantener el consumo y la contaminación.

## Documentarse sobre la gamificación, como y por qué:

El objetivo de la gamificación como indica su propia definición anteriormente descrita. Nos permite transformar una tarea poco llamativa en algo donde mucha gente quiera participar. No sin perder el objetivo de la aplicación, que en nuestro caso es ayudar a localizar posibles farolas que contaminen lumínicamente.

Hacer uso de mecánicas de juego donde participen mas de un usuario, ya sea compitiendo mediante un sistema de puntos, cooperando para llegar a un objetivo común o ambas, nos lleva a una participación y un compromiso mucho mayor de la app gamificada. “These systems can tap existing friendships and social networks to encourage players to recruit others whom they already know, and allow friends to work together as a team in the system.”<sup>xi</sup> Como menciona la cita esto incluso puede generar un desenlace mejor, compartiendo la existencia de FarolApp debido a que resulta algo agradable, competitivo y/o divertido de usar.

A su vez, no solo divirtiendo lo que estamos logrando también es concienciar y enseñar sobre un problema específico como es la contaminación lumínica. Estas mecánicas de juego nos permiten incrementar esa participación. “By applying game mechanics and dynamics to tasks and e-learning processes we can increase user engagement with an e-learning application and its specific tasks”<sup>xii</sup>

Tras leer varios artículos sobre las distintas dinámicas y posibilidades de gamificar un proceso. Parece ser que la mas atractiva o digamos efectiva es la de crear un sistema de puntuación compartido. Un leaderboard, o tablón de puntuación común para todos los usuarios. Esto parece motivar con diferencia a los usuarios tras ver que compiten entre ellos para lograr un puesto mejor. Fomentando nuevamente la participación y el uso e indirectamente el aprendizaje de lo gamificado.

“Of the incentive elements, the leaderboard was found to be the most motivating by far”<sup>xiii</sup>

Por ello para el desarrollo de farolApp lo mas acertado sería implementar un sistema de puntuación compartido donde poder comparar tu posición con los demás usuarios.

# Motivaciones para gamificar<sup>xiv</sup>

## Influencia Social

La influencia social se refiere a la percepción de un individuo de la importancia que dan el resto al comportamiento y lo que se espera de el mismo. En el contexto de la gamificación esto implica la motivación propia del individuo como jugador relacionada con el apoyo, reconocimiento o repercusión de otros jugadores o personas mediante “likes” o comentarios sobre su desempeño y/o logros en el juego. Mediante estas formas de reconocimiento como los “likes” el usuario recibe un feedback de lo bien/mal que encaja en esas expectativas del resto de participantes. Este fenómeno desencadena una parte positiva en el uso y extensión de la aplicación gamificada y si además las expectativas son alcanzadas y llevadas al usuario correctamente crean un efecto mayor de “engagement” en más y más usuarios, ampliado tanto el número de participantes como la duración de uso de la misma.

## Reconocimiento

El reconocimiento fundamentalmente se describe como el feedback social que recibe el usuario dado sus comportamientos como por ejemplo la interacción con otros jugadores. Con una gamificación que fomente la posibilidad de reconocimiento al usuario crearemos un efecto de reconocimiento recíproco entre participantes dando como resultado un efecto positivo hacia el uso de la aplicación.

## Beneficio recíproco

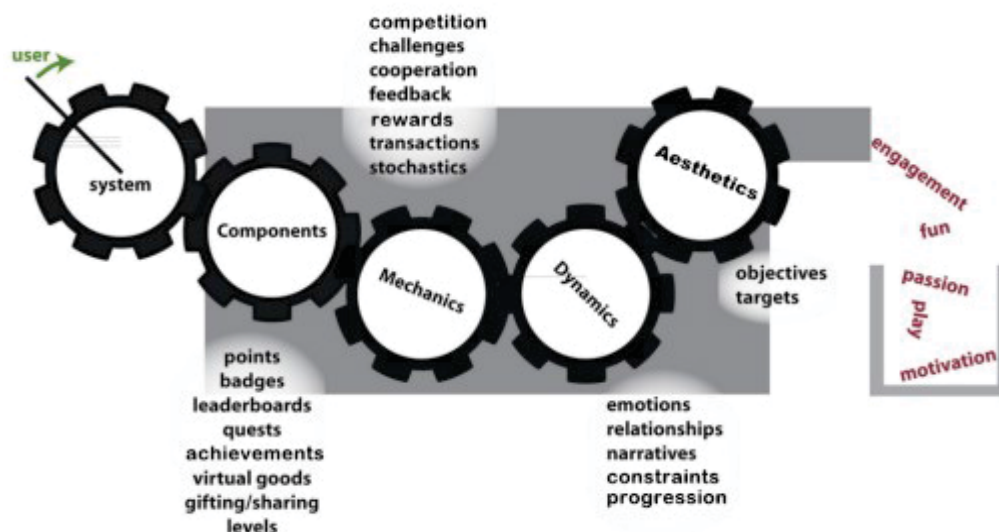
El beneficio recíproco puede verse como un uso de forma social de un servicio, contribuyendo y a cambio recibiendo un beneficio social de la comunidad que hace uso de este servicio. Este beneficio recíproco puede ser considerado positivo y beneficioso para la comunidad misma de jugadores, creando motivación en los usuarios de seguir usando la aplicación y a su vez en la unión de nuevos usuarios a la comunidad. Siendo este otro punto a favor de dar este beneficio en la gamificación.

## **Exposicion a la red**

La exposicion a la red, es decir la visibilidad de la misma al publico a traves de por ejemplo las redes sociales,plataformas de distribucion como “playstore”. Este punto es sobretodo importante en aplicaciones dependientes del numero total de usuarios que hagan uso de esta. Siendo una aplicacion más “atractiva e interesante” a medida que el numero de usuarios de la misma es mayor. Sin embargo este punto no genera un efecto directo sobre la actitud de los usuarios sobre la aplicacion si no mas bien refuerza los anteriores puntos comentados(influencia social, reconocimiento y beneficio reciproco)

# Diseño de gamificación

## Sistema PBL



El sistema PBL tiene tres componentes clave (points, badges, leaderboards). Este sistema es muy usado en la gran mayoría de las gamificaciones incluso llegando a confundir la propia gamificación como el sistema PBL. Es un sistema efectivo en cuanto a motivar individualmente al usuario y pero no debe ser considerado como el todo de la gamificación ya que tiene sus ventajas y defectos como cualquier otra estrategia de gamificación.

Los puntos(Points) son el primer paso a tener en cuenta Son una forma flexible de generar feedback al usuario y además de motivar individualmente. Los puntos son usados como anteriormente se ha expuesto como forma de llevar un ranking, un nivel. Determinar quien gana o pierde en caso de ser una competición entre jugadores. O simplemente como metodo para llevar cuenta del progreso realizado durante el juego. Entendiendo la funcionalidad de los puntos, el jugador puede llegar a los objetivos del sistema gamificado, sin embargo los puntos son algo muy limitado debido a que es algo abstracto y simple.

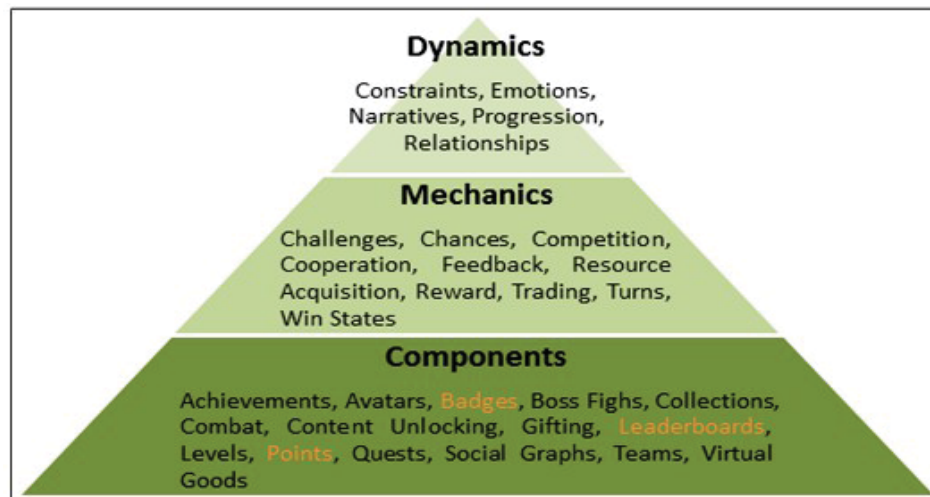
Las medallas(Badges), son el siguiente punto de este sistema, compensan las limitaciones de los puntos(Points) y suelen usarse ambos a la vez. Estas medallas representan logros alcanzados durante el juego. Como pueden ser cadenas de misiones, o el conseguir nuevas habilidades. Generan compromiso por parte del jugador y le permiten tener pautas de los logros conseguidos. Su cometido es dar un cierto sentido de guía en el juego. Marca unos objetivos y posibles direcciones a seguir durante el proceso del juego, sirven como “checkpoints” y muestra los intereses de los usuarios al ver la popularidad de las medallas mas conseguidas por usuarios.

La tabla de puntuaciones(Leaderboard) muestra el ranking y desempeño a todos los participantes del juego, dando un importante feedback a estos mismos sobre sus compañeros de juego. Las leaderboards como elemento de gamificación pueden ser un objeto difícil de manejar. Sirve como fuerte motivador individual al compararse con otros jugadores, pero a su vez pueden ser una fuente de desmotivación e incluso de abandono del juego si la diferencia es abrumadora. Hacer uso de leaderboards con varias dimensiones, o resetear las puntuaciones cada cierto tiempo pueden ayudar a paliar este problema.

Las desventajas del sistema PBL, a pesar de ser un sistema muy efectivo y fácil de implementar en la mayoría de los sistemas a gamificar. Es un sistema bastante plano de sistema de “comportamiento – recompensa”. Puede funcionar para algunos jugadores o puede resultar realmente aburrido, monoto y repetitivo para otros tantos. Mientras las recompensas estén presentes el usuario seguirá jugando sin embargo en el momento que estas recompensas llegan a su fin el usuario seguramente abandone el juego. Por ello hace falta ir un poco más allá del sistema PBL y así dar un valor mayor a la gamificación.

## Sistema DMC

Uno de los diseños más reconocidos para diseñar estrategias de gamificación es la propuesta por Kevin Werbach, conocida como DMC (Dinámica, Mecánica, Componentes).



La dinámica son los elementos que provocan la inmersión del jugador en la actividad.

- Narrativa
- Relaciones
- Emociones
- Progreso

La mecánica tiene que ver con el funcionamiento del juego, como pueden ser las reglas y restricciones:

- Restricciones
- Retos
- Niveles
- Competencia
- Cooperación
- Retroalimentación
- Adquisición de recursos

- Recompensas
- Transacciones
- Turnos
- Condiciones para ganar

Los componentes/herramientas son los elementos que constituyen el juego. Estos pueden ser:

- Logros
- Avatares
- Insignias (*badges*)
- Colecciones
- Combates
- Desbloqueo de contenido.
- Regalos
- Tablero de logros
- Niveles
- Puntos
- Misiones
- Grafos sociales
- Equipos
- Bienes virtuales

El concepto de *aesthetics* se relaciona directamente con la estética visual es decir las imágenes de fondo usadas, los iconos y colores.

## Trayecto del jugador

Otro elemento importante a considerar es el viaje del jugador, se refiere al ciclo de vida del juego, es decir, la experiencia o progresión del jugador a través del tiempo, desde el primer contacto con el sistema gamificado hasta dominarlo por completo.

Conforme se avanza en el “juego” (estrategia) los jugadores (usuarios) tienen necesidades distintas y las estrategias que debemos diseñar varían en cada etapa.

Podemos identificar 4 etapas: *Discovery*, *Onboarding*, *Scaffolding*, y *Endgame*.

### 1. *Discovery*

Toda experiencia en gamification inicia cuando se escucha por primera vez sobre ella. Esta etapa inicia cuando el conoce de la aplicación a través de redes sociales, gente cercana o un mismo anuncio.

El jugador necesita conocer que existe un sistema de *gamificación*, un *objetivo*. Si el sistema permanece oculto y esperamos hasta que el jugador lo encuentre hasta que logre el primer avance, entonces será altamente probable que no funcione correctamente.

### 2. *Onboarding*

Esta etapa es una especie de “entrenamiento/tutorial” que le permite al jugador familiarizarse con la dinámica y la mecánica del juego. Suele ser una etapa corta y extremadamente importante ya que es aquí donde el jugador se enfrenta por primera vez a la aplicación, su diseño y su jugabilidad.

Es crucial que durante esta etapa se dé a conocer la estrategia y mecánicas de la app al jugador.

Para atraer su atención se debe iniciar con una experiencia positiva. Dar al jugador reconocimientos rápidos y sencillos al inicio. La primera recompensa debe ser fácil de alcanzar. Esto permite lograr 2 cosas:

1. Introducir al jugador a la app gamificada
2. Atraer la atención hacia el concepto de “comportamiento – recompensa”, causa y efecto.

Es importante entonces diseñar como parte de la estrategia de gamification acciones y estrategias específicas para la etapa *Onboarding*.

Para los primeros niveles (usuarios nuevos) en la propuesta de la gamificación un tutorial breve que de a conocer la funcionalidad de puntuación de farolas y manejo del mapa así como un “paseo” por los distintos menús de la aplicación es imperativo. Por completar el tutorial se le otorgan puntos al usuario dando así un nivel como recompensa.

### ***Scaffolding***

Esta etapa los usuarios comienzan a aplicar lo aprendido en la etapa de Onboarding, su jugabilidad ya tiene sentido y buscan mediante el patrón de comportamiento – recompensa su objetivo. Este puede ser los puntos, los niveles, el top 10 o simplemente se siente a gusto colaborando con el medio ambiente.

Durante esta etapa es necesario reforzar constantemente la necesidad por seguir jugando, esto se realiza mediante los avisos de compartir en Facebook, la dinámica de tener la tabla de puntos que se actualiza con las puntuaciones de los participantes. También se abren nuevas opciones a través del progreso en los niveles del usuario. A nivel 10 se le ofrece la habilidad de añadir farolas, para contribuir a la comunidad con información actualizada.

### ***Endgame***

Esta es la última etapa cuando los jugadores creen que han logrado ya todos los estados posibles y todas las opciones y entienden que no hay nada más que hacer en la app. El reto en el diseño del juego es lograr que sea lo suficientemente entretenido y continúe generando sorpresa e interés aún entre aquellos jugadores con un nivel alto.

Diseñar un sistema que permita poder incorporar nuevas sorpresas o diseñarlo de tal manera que los propios jugadores avanzados puedan encontrar nuevas formas de jugarlo.

Dada la naturaleza “infinita” de la aplicación, no existe final del juego, el objetivo final es una continua mejora de las ciudades a través del mantenimiento correcto de la contaminación lumínica. Se propone hacer uso de eventos, como puede ser, durante fechas específicas el usuario que alcance una puntuación determinada, consigue un “título de jugador” a modo de recompensa.

Los componentes y las mecánicas son la parte fundamental de una experiencia gamificada. Estos generar la estructura de la experiencia realmente existe y determinan como es el sistema y como los usuarios lo perciben. Pero los componentes y las mecánicas no son suficientes para crear la motivación en el jugador. Para ello se están las dinámicas de narrativa, emociones, progreso. Esta gamificación se basa en la correcta elección de los elementos DMC elegidos a priori y vistos mas que como elementos separados sino como un todo que se mueve en la misma dirección al unisono.

La elección del diseño de gamificación debe ir mas allá del anteriormente descrito como PBL, y el sistema DMC aporta las bases del PBL y ademas nos complementa con una profundidad mayor en el desarrollo del jugador, propios de las dinámicas y que desarrollan la fidelidad y motivación del usuario ante la aplicación, por lo que es el camino a seguir.

# Toma de decisiones

## Modelo a seguir

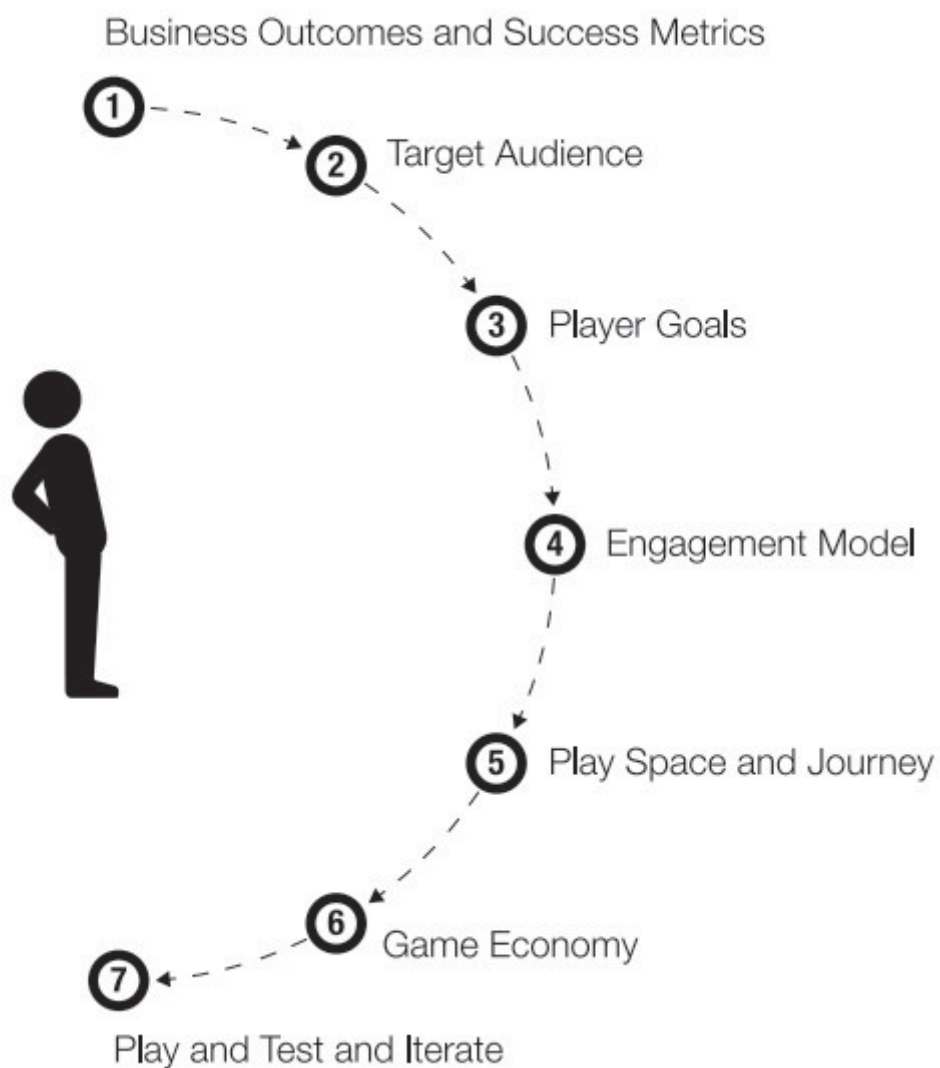


Figura 1 Experiencia de usuario

Para llegar a un diseño y lanzar una solución de gamificación de la aplicación y la experiencia de usuario se ha tenido como base este proceso. Haciendo hincapié principalmente en los del 2 al 5.

### **Usuarios objetivos de la aplicación:**

Estos usuarios serán a los que queremos llegar con la gamificación de la aplicación. En este caso tenemos un rango bastante grande, todo usuario que tenga acceso a Internet, ya sea desde un dispositivo móvil o a través de un terminal fijo será capaz de hacer uso de la aplicación. Los usuarios a los que posiblemente atraigamos más serán los sensibilizados con el medio ambiente debido a la implicación de la app y los que a su vez disfruten del entretenimiento digital.

### **Objetivos/logros del usuario:**

Para que la gamificación de la aplicación tenga un sentido tenemos que proporcionar al usuario uno o varios objetivos. En nuestro contexto los objetivos son varios, algunos directos como por ejemplo la mejora de la iluminación en su barrio tras dar a conocer el estado de sus farolas cercanas, un consumo menor en su comunidad, menos contaminación lumínica que pueda afectarle a su día a día. Otros objetivos pueden ser meramente llegar al top 1 de puntuaciones, subir de nivel en la aplicación para ser reconocido por sus compañeros. Otros pueden ser más indirectos pero no por ellos menos satisfactorios como sentir que de alguna manera se forma parte de una mejora por el planeta y el medio ambiente a través de esta herramienta.

### **Modelo de compromiso/participación:**

En la gamificación debemos ofrecer un modelo de compromiso o participación para que los usuarios sigan haciendo uso de la aplicación. El modelo a seguir ha sido proporcionar mecánicas que mantengan a los jugadores entretenidos y con expectativas de seguir. Esto se consigue a medida de “premios” en el juego como son los niveles de jugador, una lista de puntuaciones comparando los resultados de otros participantes y la posibilidad de compartir estos resultados con sus amigos familiares y resto de la gente. Estos premios también pueden tener forma de eventos introducidos con alguna periodicidad en el juego o un sistema de medallas.

## Herramientas de gamificación usadas

Para la gamificación de la aplicación se han aplicado los siguientes métodos/técnicas con el objetivo de generar mas participación, fidelización y visibilidad a la misma:

### Sistema de niveles por puntuación:

Este sistema esta principalmente enfocado a la motivación individual del jugador. También sirve como forma de seguir el progreso individual del mismo. A medida que el usuario puntúa farolas ganará 10 puntos. Cada 100 puntos el jugador subirá de nivel. Siendo un incentivo básico y común en la mayoría de juegos es un sistema que debe estar en la aplicación ademas de que sirve como base para la siguiente herramienta de gamificación, la tabla de puntuaciones.

### LeaderBoard/Tabla puntuación:

Una leaderBoard se considera un componente multijugador ya que permite al jugador comparar sus logros o puntos con el resto de usuarios. Esto implica un reto de competitividad que fomenta la participación continuada del usuario ya que puede ver su progreso frente al resto de jugadores, no quedándose por detrás de sus competidores. Esta tabla simplemente muestra los top 20 jugadores, con su nombre y puntuación acumulada a lo largo de su participación mediante los votos de farolas. Esta decision se basa en las motivaciones anteriormente descritas, principalmente la de influencia social, ya que al poder ver que hay usuarios con mayores puntuaciones implica un uso de la misma y puede repercutir en esa satisfacción personal de ser el que mas colabora en esta iniciativa por mantener la contaminación lumínica al mínimo.

### Integración con facebook<sup>xv</sup>

Para dar visibilidad a la aplicación, y que mejor exposición a la red que hacer uso de la plataforma social de facebook se ha integrado un sistema de “compartir” propio de facebook. Este sistema se activa cuando el jugador sube de nivel permitiendo compartir y comentar el uso de la aplicación y el nivel alcanzado. Esto a su vez permite a los usuarios de facebook, generar el reconocimiento y beneficio reciproco ya explicado anteriormente. También este Plugin da acceso a la url de lo que se esta compartiendo, siendo un muy buen punto de partida para ganar adeptos de la aplicación.

## Música y efectos de sonido:

La música y los efectos de sonido también son algo importante en la gamificación. Es una forma de entretenimiento mientras se está jugando, ayuda al jugador a estar más inmerso en el propio juego o generar un estado de bienestar mientras se hace uso de la misma. No solo sirve para usarlo como parte de la “diversión” si no que además se usa para dar información de las acciones del usuario y eventos especiales que puedan ocurrir en la misma. En nuestro caso se ha optado por añadir una música de fondo en la pantalla inicial de la aplicación y otra música de fondo cuando nos encontramos en el mapa buscando farolas. Como efectos especiales para dar información al jugador hay un sonido al puntuar las farolas, para así hacerle ver que ha habido un “éxito” al puntuar la farola, y además cuando el usuario sube de nivel también se lanza un sonido, para atraer su atención al logro de haber subido de nivel. Dando siempre una opción de silenciar la aplicación para los usuarios que no se sientan atraídos por la banda sonora.

## Simplificación:

Parte esencial a la hora de la gamificación es simplificar la complejidad de la tarea a realizar en el juego. Si no queremos sobrecargar al usuario y que sepa hacer uso de la misma no podemos exigir un nivel muy alto en cuanto a posibles puzzles, habilidad o tiempo que debe gastar en la misma. Para empezar se ha tomado la decisión de simplemente puntuar las farolas de 0 a 3, siendo 3 lo mejor. Para ellos se le agrega una leyenda con las posibles puntuaciones que puede ver si pincha en un mensaje informativo que aparece justo debajo cuando se procede a la puntuación de la farola.

## Decisión sobre el lenguaje de programación a utilizar.

Para realizar un prototipo y elegir se han optado por hacer uso de lenguajes como Java, C#, en plataformas de desarrollo gratuitas como son Unity<sup>xvi</sup> o el recientemente liberado Unreal Engine<sup>xvii</sup>.

Debido a la complejidad inicial del IDE y su curva de aprendizaje. Se ha decidido por algo mucho más genérico y que pueda ser usado en una gran parte de dispositivos, sin necesidad de un motor gráfico potente, simplemente un navegador.

Para esta tarea se hace uso de la tecnología HTML5<sup>xviii</sup> la cual solo necesita de un navegador web que lo soporte, permitiendo que sea accesible desde un ordenador, móvil o tablet. Esta tecnología necesita de JavaScript, HTML, y CSS. Con la combinación de estos tres elementos podemos hacer uso de geolocalización y animación para poder generar un juego.

# Almacenamiento de Farolas

Las farolas puntuadas por los usuarios son almacenadas en el “local storage” del navegador. Esto es una de las funcionalidades que nos proporciona html5 de forma nativa. Aprovecharemos esta utilidad para la demo. Sin embargo una aproximacion mucho mas flexible y de utilidad es usar una api como puede ser indexedDB<sup>xix</sup>.

Esta api es un sistema de bases de datos transaccional, se asemeja a una base de datos SQL RDBMS(Relational Database Manager System). Pero a diferencia de hacer uso de tablas/columnas, IndexedDB es un sistema javascript basado en modelo de orientacion a objetos. Lo importante a diferencia del local storage es que nos permite guardar una gran cantidad de información. Mediante esta BBDD podemos recuperar y guardar objetos indexados mediante una clave primaria. Se necesita de un schema para la base de datos, una conexión abierta a la misma y transacciones para poder almacenar y recuperar estos datos.

El almacenaje y tratamientos de estos datos será necesario para poder garantizar una fiabilidad de las puntuaciones insertadas por los usuarios. Para ello se tendra en cuenta el algoritmo Fleiss-Kappa.

## Algoritmo Fleiss-Kappa<sup>xx</sup>

El algoritmo Fleiss' Kappa es una generalización de la “Estadísticas  $p_i$  de Scott” que es una medida estadística de la fiabilidad de las votaciones realizadas en un cómputo de valoraciones. También está relacionado con el algoritmo estadístico “kappa de Cohen's”. Mientras que estos algoritmos están pensados para valoraciones de dos individuos sobre un mismo conjunto de elementos, Fleiss-Kappa categoriza cualquier número de votos/ratings a un conjunto de objetos.

El resultado puede ser interpretado como el grado de acuerdo llegado entre todos los votantes comparando este resultado con la posibilidad de que todos los participantes dieran sus valoraciones al azar. La importancia de este algoritmo radica en que un elemento del conjunto puede haber sido calificado por los usuarios A, B, y C mientras que el siguiente elemento puede tener votos de los usuarios D, E, y F.

Es decir Fleiss-Kappa nos proporciona una medida por la cual podemos ver cómo de consistentes son las votaciones realizadas por nuestros usuarios sobre el conjunto de farolas votadas.

$$\kappa = \frac{\bar{P} - \bar{P}_e}{1 - \bar{P}_e}$$

Esta es la fórmula, donde  $\kappa$  nos da el grado de acuerdo entre los votantes. Si  $\kappa=1$  tenemos que los votantes están totalmente de acuerdo. Mientras que si son totalmente dispares  $\kappa \leq 0$ .

$$1 - \bar{P}_e$$

Es el grado de acuerdo alcanzable por encima del azar.

$$\bar{P} - \bar{P}_e$$

Nos aporta el grado de acuerdo realmente alcanzado por encima del azar.

Siendo  $N$  en numero total de votantes, siendo  $n$  el numero de votos por votante y  $k$  el numero de objetos sobre los que se realizan las votaciones tenemos la siguientes formulas a calcular.

Los votantes estaran indexados por  $i = 1 \dots N$  mientras  $j = 1 \dots k$ . Los objetos votados.

Tendremos  $n_j$  como el numero de votantes que han votado. Siendo  $n_{ij}$ . El numero de votantes que han votado  $i$  con el voto  $j$ .

Primero calculamos la proporción de votos sobre los objetos valorados.

$$p_j = \frac{1}{Nn} \sum_{i=1}^N n_{ij}, \quad 1 = \sum_{j=1}^k p_j$$

Luego debemos calcular  $P_i$  es decir cuantos votantes están en acuerdo en un objeto frente al número total de posibles votaciones.

$$\begin{aligned} P_i &= \frac{1}{n(n-1)} \sum_{j=1}^k n_{ij}(n_{ij} - 1) \\ &= \frac{1}{n(n-1)} \sum_{j=1}^k (n_{ij}^2 - n_{ij}) \\ &= \frac{1}{n(n-1)} \left[ \left( \sum_{j=1}^k n_{ij}^2 \right) - (n) \right] \end{aligned}$$

Tras realizar este calculo debemos realizar ya los computos necesarios para la formula principal y poder asi obtener  $k$ .

$$\begin{aligned}\bar{P} &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_i \\ &= \frac{1}{Nn(n-1)} \left( \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^k n_{ij}^2 - Nn \right) \\ \bar{P}_e &= \sum_{j=1}^k p_j^2\end{aligned}$$

Landis and Koch (1977)<sup>xxi</sup> proporcionan en un libro una tabla de interpretacion del valor  $k$ .

$\kappa$	Interpretation
< 0	Poor agreement
0.01 – 0.20	Slight agreement
0.21 – 0.40	Fair agreement
0.41 – 0.60	Moderate agreement
0.61 – 0.80	Substantial agreement
0.81 – 1.00	Almost perfect agreement

Sin embargo esta interpretación debe ser tomada con cautela, ya que debemos valorar que el computo obtenido por el algoritmo puede variar mucho dependiendo de la variedad de las votaciones y el numero de votos y objetos en el conjunto. Si hay pocos objetos a votar obtendremos valores de  $k$  mas altos y esta tabla puede dar a error. Luego corre de nuestra cuenta valorar el resultado frente al numero de farolas y votos que estemos tratando.

Mediante los datos guardados de las votaciones por indexedDB y aplicando dicho algoritmo obtendremos la fiabilidad de los votos realizados sobre nuestras farolas en la aplicación, evitando en gran medida votaciones falsas o casos extremos en las valoraciones de una misma farola.






## HTML5



*Figura 2: Icono html5*

Esta tecnología reciente se basa en HTML introducido en 1990, es su quinta revisión y sus especificaciones empezaron a ser detalladas alrededor del 2006<sup>xxii</sup> por la organización WC3. Es un lenguaje de marcaje usado para presentar y estructurar contenido en la web<sup>xxiii</sup>.

La principal ventaja de esta versión es la posibilidad de insertar contenido multimedia a través de sus nuevas etiquetas sin necesidad de plugins como el ya conocido Flash de Adobe. También ofrece la posibilidad de acceder a sitios web de forma offline y además uno de sus puntos fuertes y por ello la elección de hacer uso del mismo es la geolocalización.

				
5.0 - 49.0 (http) 50.0 (https)	9.0	3.5	5.0	16.0

*Figura 3: Versiones de navegadores mínimas que soportan html5 con geolocalización*

## NODE.JS



*Figura 4: Icono NodeJS*

“Concebido como un entorno de ejecución de JavaScript orientado a eventos asíncronos, Node está diseñado para construir aplicaciones en red escalables. <sup>xxiv</sup>” Es un lenguaje interpretado y por ello no necesita de compilación. Mediante este entorno se genera el backend del prototipo del proyecto. Necesita de estar instalado en el servidor/maquina donde se aloje la aplicación.

## GoogleMaps API



*Figura 5: Icono de GoogleMaps*

Google ofrece diversas API's que permite integrar su aplicación de Google Maps a proyectos, aplicaciones o en simples paginas web. Mediante estos servicios podemos ofrecer un mapa en el cual se sitúa al usuario.

El código de ejemplo a usar se puede insertar en un html básico y se necesita del usuario para aceptar que se use la geolocalización. Las api's de Google se manejan a través de

una KEY proporcionada por ellos mismos siempre y cuando te hayas dado de alta en su sistema.

La key a usar es la siguiente:

Clave de API

AIzaSyAk4DZVYBrkudL6cfic1PTk4QK0F77EdfA



```
<html><head>

  <title>Geolocation</title>

  <meta name="viewport" content="initial-scale=1.0, user-
scalable=no">

  <meta charset="utf-8">   <style>

    /* Always set the map height explicitly to define the size of
the div element that contains the map. */

    #map {

      height: 100%;

    }

    /* Optional: Makes the sample page fill the window. */

    html, body {

      height: 100%;

      margin: 0;

      padding: 0;

    }

  </style> </head> <body>

  <div id="map"></div>

  <script>
```

// Note: This example requires that you consent to location sharing when prompted by your browser. If you see the error "The Geolocation service failed.", it means you probably did not give permission for the browser to locate you.

```
function initMap() {  
  
    var map = new  
google.maps.Map(document.getElementById('map'), {  
  
        center: {lat: -34.397, lng: 150.644},  
  
        zoom: 6  
  
    });  
  
    var infoWindow = new google.maps.InfoWindow({map: map});  
  
    // Try HTML5 geolocation.  
  
    if (navigator.geolocation) {  
  
        navigator.geolocation.getCurrentPosition(function(position) {  
  
            var pos = {  
  
                lat: position.coords.latitude,  
  
                lng: position.coords.longitude};  
  
            infoWindow.setPosition(pos);  
  
            infoWindow.setContent('Location found.');
```

```
            map.setCenter(pos);  
  
        }, function() {  
  
            handleLocationError(true, infoWindow, map.getCenter());  
  
        });  
  
    } else { // Browser doesn't support Geolocation
```

```
        handleLocationError(false, infoWindow,
map.getCenter());}}

    function handleLocationError(browserHasGeolocation,
infoWindow, pos) {

        infoWindow.setPosition(pos);

        infoWindow.setContent(browserHasGeolocation ?

'Error: The Geolocation service failed.' : 'Error: Your browser
doesn\'t support geolocation.');
```

```
}</script> <script async defer
src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?
key=YOUR_API_KEY&callback=initMap"> </script> </body></html>
```

## Plataformas de Hosteo

El siguiente problema es donde guardamos el código para poder mostrar el desarrollo realizado. Aunque el código puede ser ejecutado desde un pendrive por ejemplo si queremos darle visibilidad al público debemos hostearlo en internet. Para ello hay varias páginas que te permiten hostear un juego y además ofrecen ayuda en la comunidad de usuarios. Algunas de las opciones observadas han sido:

<https://itch.io/>

<http://gamejolt.com/>

Estas plataformas ofrecen un plan gratuito y te permiten incluso monetizar tu juego si crees que merece la pena. Simplemente tienes que subir la estructura de ficheros de tu proyecto como más adelante se mostrará. Los servidores propios de estas plataformas ya cuentan con las tecnologías como NODEJS y no tendrás que gestionar esa parte del desarrollo.

# El juego

Como resultado de todo este proceso de diseño y decisiones tomadas se pasa a presentar una demo funcional donde se podrá ver plasmado las herramientas y tecnologías explicadas a lo largo de la memoria. A parte de esta memoria se entrega un fichero comprimido con todo el código y recursos usados para generar la aplicación.

## Inicio del juego

Dado que el juego se ejecuta en node.js se ha creado un servidor muy simple para ejecutar la aplicación. Se necesita tener instalado NODE.JS en la maquina que va a tener el servidor. Una vez el servidor esta levantado, se puede acceder mediante un navegador con la direccion ip del servidor y su puerto de acceso.

Para ello se ejecuta lo siguiente:

```
D:\PROYECTOFINAL>npm start
> farolapp@1.0.0 start D:\PROYECTOFINAL
> node server.js

Example app listening on port 8443
```

*Figura 6: Levantamos el servidor con la aplicación*

## Estructura de ficheros

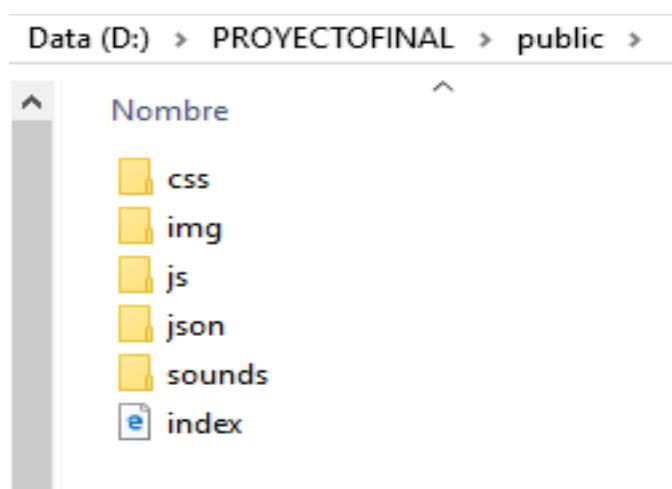


Figura 7: Estructura del código de la aplicación

Por encima de la carpeta “public” tenemos otras carpetas necesarias para nodejs y un fichero “package.json” que aporta información de la aplicación ejecutada como es su nombre y versión.

La carpeta “public” contiene los ficheros de la aplicación.

La carpeta “css” contiene un fichero “proyecto.css” de estilos para dar formato y estilo al html.

La carpeta “img” contiene los iconos e imágenes de fondo usadas por la aplicación.

La carpeta “js” contiene el fichero javascript que aporta la lógica de la aplicación “proyecto.js” y la librería jquery que nos da un framework para facilitar la programación.

La carpeta “sounds” contiene la música y efectos de sonidos que hemos incluido.

La carpeta json contiene un fichero JSON con farolas “alumbrado\_publico.json”, este json se sirve desde el servidor y contiene las coordenadas de farolas proporcionadas por la diputación de Cadiz. Desde el ayuntamiento de Madrid no parecen ofrecer estos datos públicos con las coordenadas de los puntos de luz de la comunidad.

El fichero index.html contiene la estructura html de la aplicación, es la plantilla sobre la cual se va dibujar la aplicación.

## Pantalla de inicio



*Figura 8: Pantalla principal de la aplicación*

La pantalla de inicio presenta 4 botones, los 3 en verde centrales y uno arriba a la izquierda para silenciar el sonido que se reproduce de fondo.

El botón "Empieza" lanza la aplicación principal con el mapa de google situado en la localización del usuario con las farolas representada por iconos cercanas al jugador.

El botón "Créditos" simplemente muestra las fuentes de los recursos usados en la aplicación.

El botón "Puntuaciones" muestra el top 10 de puntuaciones alcanzadas por los participantes del juego

El botón de sonido tiene modo on/off que permite silenciar en todo momento todos los audios que se pueden reproducir durante el uso de la aplicación.

## Pantalla tras hacer click en “Empieza!”

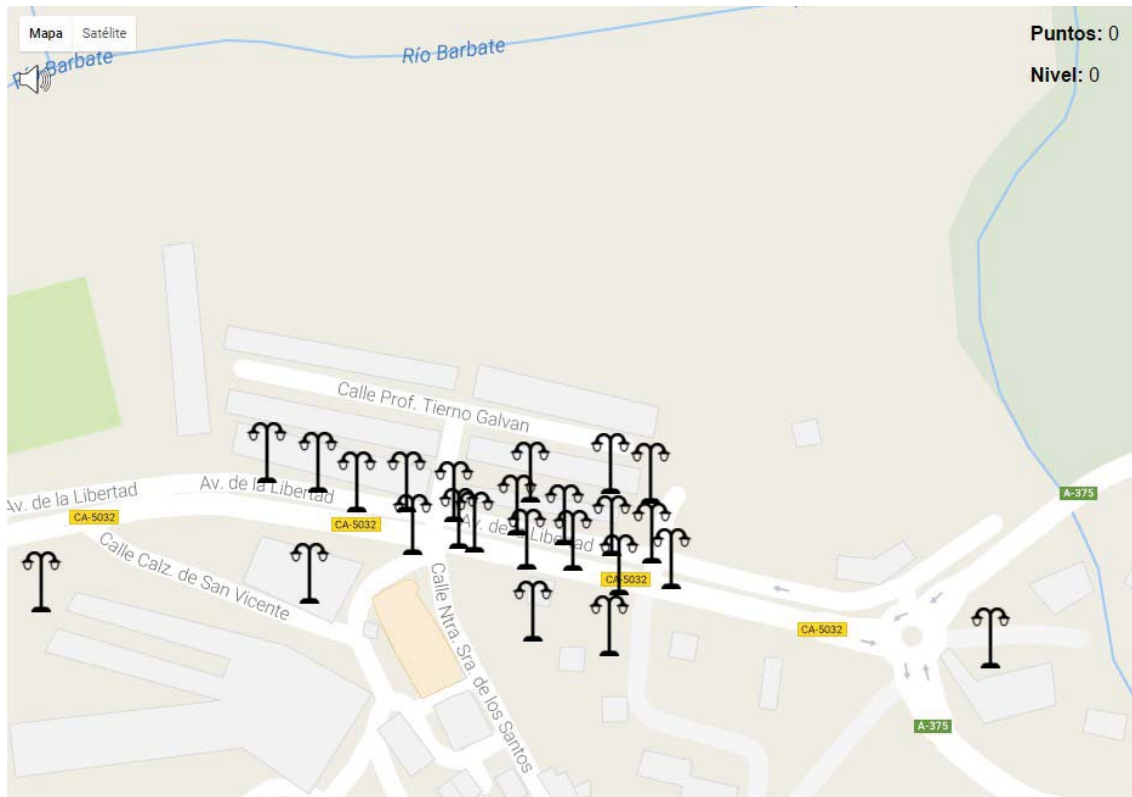


Figura 9: Mapa con farolas disponibles en la cercanía

La pantalla nos muestra el mapa proporcionado por la aplicación de Google Maps, con todos los puntos de interés desactivados. Solo se ofrece información de las farolas evitando así posibles distracciones innecesarias.

El sonido de fondo cambia, pero se sigue ofreciendo la posibilidad de silenciar todo.

Arriba a la derecha tenemos constante visualización de la puntuación y nivel del jugador.

## Click en una farola



Figura 10: Formulario para puntuar farolas

Si hacemos click en una farola se nos mostrará un popup dándonos información del nombre de la farola y permitiendo hacer una puntuación entre 0 y 3.

Si pinchamos en el botón puntuar la valoración se guardara en “localStorage” un sitio de almacenamiento que nos proporciona html5 a su vez sonará un efecto musical para dar feedback al usuario.

También vemos un texto que indica que si hacemos click podremos ver como se evalúan las farolas.

## Click en Sistema de puntuación

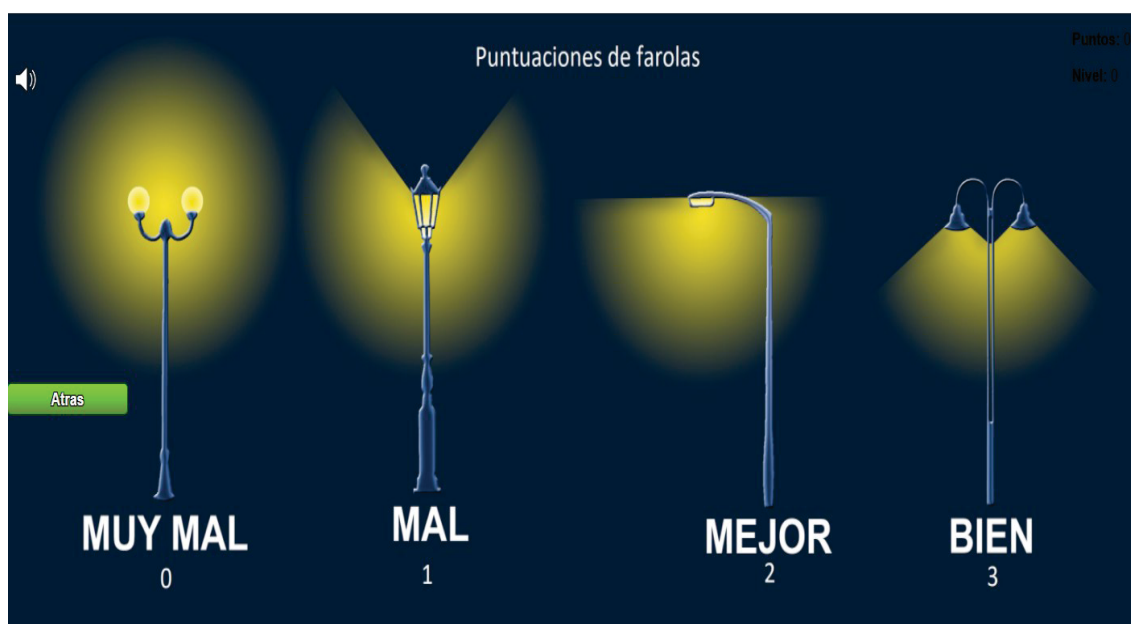


Figura 11: Sistema de puntuación de farolas

Esta pantalla sirve a modo de leyenda y consulta sobre como se deben valorar las farolas que nos encontramos a nuestro paso. La imagen esta editada de la original proporcionada a través de la pagina <http://www.stars4all.eu/> que nos explica sobre la contaminación lumínica.

Tenemos un botón de atrás que nos permite volver al mapa donde nos encontramos.

## Puntos y nivel de usuario



Figura 12: Puntuación y nivel de usuario

Arriba a la derecha tenemos en todo momento la puntuación y nivel del jugador. Esta puntuación se actualiza en tiempo real en el momento que el usuario puntúa alguna farola.

## Evento subir de nivel y compartir

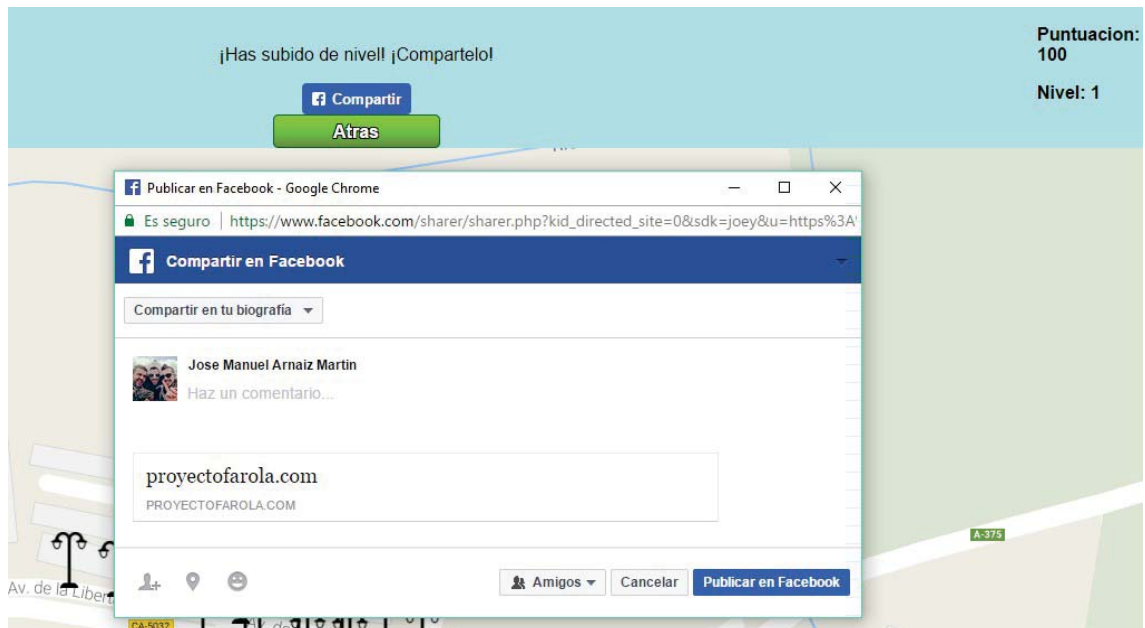


Figura 13: Pantalla de notificación de nivel y compartir en facebook

Una vez el usuario sube de nivel (cada 100 puntos). Aparece justo arriba un nuevo avisando al usuario del logro de haber subido un nivel y animandole a compartirlo por facebook.

El botón de atrás básicamente cerrará el aviso.

El botón de compartir lanzara una ventana nueva, donde el jugador podrá comentar su logro en su facebook y compartirlo, dando a su vez a conocer la url que hostea donde se hostea la aplicación.

## Puntuaciones Globales/Tabla Puntuaciones



*Figura 14: Pantalla de puntuaciones globales*

Esta pantalla la cual se accede desde el menú principal da información de las puntuaciones alcanzadas a lo largo del uso del juego, dando así a conocer la posición que puede tener el propio usuario entre los jugadores mas fieles de la aplicación.

Esta tabla puede ser constantemente actualizada pero lo correcto es una actualización diaria o semanal dependiendo de la afluencia de jugadores.

# Conclusiones

Mediante la gamificación hemos conseguido:

- La capacidad de plantear la posibilidad del uso continuado de la aplicación.
- Posibilidad de alcanzar mas usuarios al plantear algo técnico de una manera lúdica y simple.
- Mayor visibilidad al mundo exterior gracias a las redes sociales y su compatibilidad con dispositivos.
- Asegurar en mayor medida la fiabilidad de los datos aportados mediante el algoritmo Fleiss-Kappa.
- Divertir y a la vez concienciar del problema lumínico de nuestras ciudades.

- i Qué es la Gamificación - <http://www.gamificacion.com/que-es-la-gamificacion>
- ii Desarrolladores de farolApp - Francisco Siles, Carlos Blanco, Carlos Badenes, Fernando Serena, Esteban Gonzalez, Nandana Mihindikulasooriya. <https://www.youtube.com/watch?v=9d4GXbBsa3o&t=7s>
- iii Canal de youtube de farolaAPP - <https://www.youtube.com/channel/UCytw08KYAimOOvEmSDLhKlw>
- iv Google Maps API - <https://developers.google.com/maps/documentation/android-api/streetview>
- v Datos de alumbrado publico de Cadiz - [https://datosabiertos.dipucadiz.es/resource/?ds=alumbrado\\_publico&id=a565c012-8708-4d1a-8f7a-0dfd1886c86a&ft=CSV](https://datosabiertos.dipucadiz.es/resource/?ds=alumbrado_publico&id=a565c012-8708-4d1a-8f7a-0dfd1886c86a&ft=CSV)
- vi Juego NightKnights - <http://games.stars4all.eu/nightknights/#/home>
- vii Librería jquery usada en el proyecto <https://jquery.com/>
- viii Librería para formatear html - <http://getbootstrap.com/>
- ix Framework para el backend mediante javascript - <https://docs.angularjs.org/misc/faq>
- x Juego ejemplo Electrocitiy - <http://www.electrocitiy.co.nz/About/>
- xi A Recipe for Meaningful Gamification, Scott Nicholson - <http://scottnicholson.com/pubs/recipepreprint.pdf> - Pagina 10, Ultimo párrafo
- xii Raising engagement in e-learning through gamification, Cristina Ioana Muntean - [http://icvl.eu/2011/disc/icvl/documente/pdf/met/ICVL\\_ModelsAndMethodologies\\_paper42.pdf](http://icvl.eu/2011/disc/icvl/documente/pdf/met/ICVL_ModelsAndMethodologies_paper42.pdf) - Abstract
- xiii A Case Study in the Gamification of a University-level Games Development Course, James Gain - <https://people.cs.uct.ac.za/~jgain/publications/gamification.pdf> - Pagina 8 primer parrafo
- xiv Social Motivations to use Gamification: An empirical study of gamifying exercise, Juho Hamari&Jonna Koivisto - [http://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1328&context=ecis2013\\_cr](http://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1328&context=ecis2013_cr)
- xv Plugin de “Compartir” de facebook - [https://developers.facebook.com/docs/plugins/share-button?locale=es\\_ES](https://developers.facebook.com/docs/plugins/share-button?locale=es_ES)
- xvi Plataforma de motor gráfico para programadores Unity3D - <https://unity3d.com/es/unity>
- xvii Plataforma de motor gráfico para programadores Unreal Engine - <https://www.unrealengine.com/what-is-unreal-engine-4>
- xviii Documentación html5 de wc3schools - [https://www.w3schools.com/html/html5\\_intro.asp](https://www.w3schools.com/html/html5_intro.asp)
- xix [https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/IndexedDB\\_API](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/IndexedDB_API)
- xx [https://en.wikipedia.org/wiki/Fleiss%27\\_kappa](https://en.wikipedia.org/wiki/Fleiss%27_kappa)


xxi Landis, J. R. and Koch, G. G. (1977) "The measurement of observer agreement for categorical data" in *Biometrics*. Vol. 33, pp. 159–174

xxii HTML5 A vocabulary and associated APIs for HTML and XHTML Recommendations - <https://www.w3.org/TR/html5/introduction.html>

xxiii Entendiendo HTML5: guía para principiantes, barbarapvn - <https://hipertextual.com/archivo/2013/05/entendiendo-html5-guia-para-principiantes/>

xxiv Página oficial del Framework NODE.JS - <https://nodejs.org/es/about/>

Este documento esta firmado por

	<b>Firmante</b>	CN=tfgm.fi.upm.es, OU=CCFI, O=Facultad de Informatica - UPM, C=ES
	<b>Fecha/Hora</b>	Mon Jul 03 21:43:46 CEST 2017
	<b>Emisor del Certificado</b>	EMAILADDRESS=camanager@fi.upm.es, CN=CA Facultad de Informatica, O=Facultad de Informatica - UPM, C=ES
	<b>Numero de Serie</b>	630
	<b>Metodo</b>	urn:adobe.com:Adobe.PPKLite:adbe.pkcs7.sha1 (Adobe Signature)