

EL USO DE CLASSCRAFT PARA MEJORAR EL CONOCIMIENTO Y EL INTERÉS DE LOS ESTUDIANTES DE PRIMARIA EN LA MOVILIDAD SOSTENIBLE

Silvia Sipone

Universidad de Burgos

Víctor Abella García

Universidad de Burgos

Marta Rojo Arce

Universidad de Burgos

RESUMEN

En la sociedad actual necesitamos poner en marcha planes de formación orientados a la educación a la movilidad sostenible para garantizar un devenir mejor a las generaciones futuras. La manera en la que se ha comunicado y educado en la movilidad sostenible no ha sido completa hasta ahora. La mayoría de los estudios y proyectos formativos se han centrado en la seguridad de los niños, el tráfico callejero, las reglas de tráfico o fomentar comportamientos más saludables como andar o ir en bici al cole, por lo que existe la necesidad de ampliar las temáticas a tratar para fomentar el cambio de actitudes.

En este artículo, presentamos los resultados más relevantes de una experiencia basada en la técnica de gamificación que promueve la educación a la movilidad sostenible en las aulas de la escuela primaria. Este nuevo método formativo, dirigido a niños entre 10-12 años, permite la aplicación de metáforas de juego para tareas de vida real en entornos no lúdicos con el fin de aumentar la motivación al cambio de actitudes.

La intervención didáctica se ha desarrollado con el uso de la plataforma ClassCraft y se han creado actividades específicas que considerasen todos los componentes de la movilidad sostenible: ambiental, económica y social.

El análisis inicial ha demostrado que la percepción sobre la movilidad sostenible estaba orientada hacia los problemas medioambientales y muy poco hacia los componentes social y económico. Después de la experiencia, se han evaluado los conocimientos adquiridos sobre el tema y los cambios de actitud de los niños demostrando que, con el uso de la herramienta gamificada ClassCraft y actividades bien estructuradas sobre todos los aspectos de la movilidad sostenible, los alumnos han adquirido nuevos conceptos que clarifican la importancia de los componentes social y económico, empezando a desarrollar una conciencia sobre cómo ser parte activa en el cambio de sus conductas.

1. INTRODUCCIÓN

Los niños son los ciudadanos del futuro y, por lo tanto, la educación y el sentimiento de ser parte de una comunidad juegan un papel fundamental en la configuración de nuestra sociedad futura. El reconocimiento del papel de la educación como un facilitador clave para el desarrollo sostenible y la movilidad sostenible ha ido creciendo constantemente. Facilitar y promover medios y hábitos de movilidad más sostenibles es un objetivo de creciente importancia para las ciudades de todo el mundo.

La manera en la que se ha comunicado y educado en la movilidad sostenible no ha sido completa hasta ahora. La mayoría de los estudios y proyectos formativos se han centrado en la seguridad de los niños, el tráfico callejero, las reglas de tráfico, fomentar comportamientos más saludables como andar o ir en bici al cole (Tabibi, 2009). Existe la necesidad de ampliar tanto las temáticas a tratar para fomentar el cambio de actitudes, así como las herramientas que puedan ser útiles.

El principal objetivo de nuestro estudio ha sido observar y evaluar el uso de técnicas de gamificación como clave para el impulso del aprendizaje y el cambio hacia hábitos de movilidad sostenible.

Para demostrar los cambios en el aprendizaje sobre la movilidad sostenible y el cambio de hábitos nos hemos centrado en los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar la percepción que los alumnos tienen respecto a la movilidad sostenible.
- Evaluar el grado de conocimiento conseguido a través de la experiencia.

Después de la introducción, en el apartado 2 se presenta una revisión de la literatura relativa a como movilidad sostenible ha sido tratada con niños, así como a la gamificación y a su aplicación en temas de movilidad. En el apartado 3 se presenta la metodología adoptada y se describe el caso de estudio. En el apartado 4 se presentan los resultados obtenidos.

Finalmente, en el apartado 5 se presentan las conclusiones, junto con las limitaciones que el estudio ha encontrado y las posibles futuras líneas de investigación.

2. REVISION DE LITERATURA

Para el desarrollo de esta investigación es importante describir cómo, en la sociedad actual, se considera y se aborda el tema de la educación en movilidad sostenible relacionada con niños.

Al mismo tiempo es importante analizar la gamificación y su aplicación en temas de movilidad. La gamificación ha demostrado su potencial como un elemento socio-técnico

estratégico para aumentar la participación y el compromiso, y promover comportamientos sostenibles, como el hábito ético, social, ecológico o saludable (Bielik et al., 2012). A continuación, analizaremos dichos aspectos de forma independiente.

2.1 La Movilidad sostenible y la infancia

Para entender cómo educar a la movilidad sostenible es necesario preguntarse porque es fundamental ocuparse de ese tema.

Durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Keating, 1993), los niños fueron reconocidos como un grupo importante para el desarrollo de un ambiente sostenible. Dado que las actitudes hacia el medio ambiente ya comienzan a desarrollarse en la infancia, puede ser imperativo centrarse en los niños y los jóvenes (Lyons y Breakwell, 1994) para abordar el transporte en el futuro.

El transporte ha estado dominado tradicionalmente por campos como la ingeniería, por lo tanto, muchos de los conceptos centrales para la movilidad sostenible siguen siendo competencia de los especialistas técnicos en lugar de estar en manos de los consumidores, de los responsables de la toma de decisiones o de los jóvenes estudiantes (Schweitzer, Marr, Linford, y Darby, 2008).

Existe un creciente cuerpo de investigación sobre las actitudes de los adultos hacia los automóviles y el medio ambiente (Beirão y Cabral, 2008; Gärling, 2004; Joireman, Van Lange, y Van Vugt, 2004). Sin embargo, ha habido muy poca investigación sobre las actitudes de los niños hacia los automóviles y a la movilidad. Una excepción notable es un informe de investigación escocés sobre cómo los niños y los jóvenes consideran la sostenibilidad en relación con su transporte personal (Davison, Reed, Halden, y Dillon, 2003). Los resultados obtenidos demostraron que la mayoría de los niños conocían bien los problemas de transporte sostenible, pero sus conocimientos no necesariamente tuvieron un impacto en el cambio de actitudes.

Si bien la investigación sobre movilidad en general es muy amplia, existe una falta particular de investigación de movilidad en relación con los niños. Las pocas investigaciones realizadas se han centrado principalmente en los viajes de los niños a la escuela (Kerr et al., 2006; Mackett, Gong, Kitazawa, y Paskins, 2007; McMillan, Day, Marlon, Alfonso, y Anderson, 2006; Pooley, Turnbull, y Adams, 2006).

Los niños desempeñan un papel fundamental en la movilidad sostenible, no solo por sus estilos de vida actuales dependientes de los automóviles, sino también por su capacidad única de ser "agentes de cambio" (Chawla, 2009; Chawla, 2007; Heft y Chawla, 2006; Malone, 2013, 2015; Sharpe y Tranter, 2010) para sus propias necesidades de viaje, así como las opciones de viaje de sus hogares en general (Tranter y Sharpe, 2012) para lograr vecindarios sostenibles ahora y asegurar los cambios necesarios para un futuro sostenible.

Cambiar el comportamiento de la movilidad personal en respuesta al cambio climático representa un gran desafío para los científicos sociales y los profesionales, dada la naturaleza integrada de la movilidad en la vida diaria (Barr, 2018). Los intentos por comprender, gobernar y promover una movilidad más sostenible han tendido a centrarse en la toma de decisiones individuales y los cambios en el comportamiento, como la reducción del uso de automóviles y el aumento del uso de caminatas, ciclismo y transporte público.

El comportamiento individual juega un papel importante en el transporte sostenible, sin embargo, los hábitos de movilidad diaria son difíciles de cambiar.

A lo largo de los años ha ido creciendo el interés sobre la relación entre movilidad sostenible y niños. Por ejemplo, históricamente, textos clave como “El niño en la ciudad” de Ward (1978) comenzaron a plantear la cuestión sobre cómo los niños se mueven en el espacio público. Del mismo modo, las series clásicas de estudios empíricos de Hillman et al. en 1971 y 1990 (Hillman, Adams, y Whitelegg, 1990) atrajeron la atención al hecho de que los niños se comprometen de hecho con la movilidad y los viajes. Para muchos niños en países desarrollados, sus vidas giran en torno a un territorio urbano expandido a medida que acceden diariamente a amplias áreas de la ciudad para asistir a actividades escolares, deportivas, educativas y culturales (Karsten y van Vliet, 2006). Esto forjó el camino para un número más amplio de estudios empíricos de los patrones de viaje de niños y jóvenes a través de los países industrializados occidentales que replicaron el estudio de Hillman y documentaron patrones similares de cambios en la movilidad de los niños, incluidos los de países como Dinamarca (Fotel y Thomsen, 2004), Italia (Rissotto y Tonucci, 2002), Suecia (Sandqvist, 2002) y Nueva Zelanda (Collins y Kearns, 2001).

Se están lanzando muchas iniciativas de base y participativas a nivel local que brindan soluciones de abajo hacia arriba que apoyan la libertad de movimiento de los niños (por ejemplo, pedibus, trenes de bicicletas, voluntarios en los cruces de peatones, viajes compartidos entre padres y similares). Sin embargo, cualquier programa innovador y costoso, introducido de arriba hacia abajo por las ciudades para aumentar la seguridad vial y la movilidad independiente de los niños tiene más probabilidades de tener éxito si se combina con iniciativas dirigidas a cambiar las actitudes de los padres y los niños, y a aumentar la conciencia de los ciudadanos sobre este tema. En este sentido, Gilbert, Whitzman, Pieters, y Allan (2017) afirman que no hay un lugar mejor que la vida diaria de los niños en edad escolar para originar un cambio en las actitudes hacia una movilidad más sostenible.

En Europa y América del Norte, la movilidad de los niños ha recibido una mayor atención pública y académica (Mikkelsen y Christensen, 2009). En España hay varios ejemplos de buenas prácticas educativas en lo que se refiere a la movilidad sostenible. Destacan las iniciativas de “Camino escolar seguro” en Barcelona, Granollers, Madrid, San Sebastián, Segovia, Viladecans y Zaragoza. “Con Bici al Cole” o el programa de Educación Ambiental

de Segovia, “Pies para que os quiero: movilidad y camino escolar”. Estos programas pretenden inculcar y promover, en los niños de primaria y en la comunidad en general, los hábitos de cuidado del entorno y de la salud propia mediante la incorporación de conceptos y conductas relacionados con la movilidad sostenible haciendo que la calle se convierta en un lugar propicio para convivir (Ferrando, Molinero, y Peña, 2007).

Para que cualquier actividad educativa para la movilidad sostenible se traduzca en cambio de comportamiento y práctica en la vida diaria, es fundamental complementarlos con otras estrategias. Para una promoción eficaz de los viajes activos, es necesario combinar una gama de proyectos de infraestructura y no infraestructura. Davison, Werder, y Lawson (2008) destacaron el importante papel que desempeñan los programas comunitarios de educación en resultados exitosos de rutas seguras a proyectos escolares en los EE. UU. De manera similar, McDonald y Aalborg (2009) enfatizaron que la infraestructura por sí sola no es suficiente para políticas de viaje activo, además educar y alentar a las familias y los niños es esencial para lograr un cambio de comportamiento. En países como Dinamarca, Holanda y Alemania, la educación en viajes activos se ofrece más allá del plan de estudios formal y está respaldada por una amplia capacitación práctica, que se traduce en una práctica diaria para los niños y las comunidades en general (Faherty y Morrissey, 2014; Schwanen et al., 2012).

2.2 Gamificación y movilidad sostenible

Los juegos serios, los juegos persuasivos, así como las interacciones gamificadas, han demostrado ser herramientas útiles no solo para crear conciencia sobre un tema, sino también para promover una actitud o un cambio de comportamiento. La idea clave es aumentar la motivación de las personas para tomar ciertas decisiones, o llevar a cabo ciertas tareas que son instrumentales para alcanzar objetivos valiosos, convirtiéndolos en experiencias divertidas y gratificantes. La sostenibilidad ambiental es un área de aplicación donde los enfoques de gamificación han sido ampliamente aplicados, que van desde el ahorro de energía (Cowley, Moutinho, Bateman, y Oliveira, 2011; Orland et al., 2014; Shiraishi et al., 2009), la movilidad sostenible (Gabrielli et al., 2013; Holleis et al., 2012; Kazhamiakin, Marconi, Martinelli, Pistore, y Valetto, 2016; Kazhamiakin et al., 2015) y otras cuestiones ambientales como las misiones ambientales comunitarias (Lee et al., 2013), la gobernanza participativa de los barrios urbanos (Coenen, Merchant, Laureyssens, Claeys, y Criel, 2013) o el descubrimiento de la ciudad educativa (Hamari, Koivisto, y Sarsa, 2014). La gamificación para la conciencia ambiental y la sostenibilidad ha resultado exitosa en varios de esos casos; sin embargo, su impacto es a menudo transitorio y tiende a disminuir con el tiempo (Hamari et al., 2014), a menos que se refuerce con las motivaciones oportunas (Weiser, Bucher, Cellina, y De Luca, 2015), y los elementos y la mecánica de diseño del juego correspondientes (Khoshkangini, Valetto, y Marconi, 2017).

El uso de técnicas de gamificación en el ámbito de la movilidad sostenible, como forma para incentivar cambios de comportamiento voluntarios hacia soluciones de movilidad sostenible, se ha difundido mucho en estos últimos años en relación con la difusión de las Smart City en Europa (Kazhamiakin et al., 2015; Khoshkangini et al., 2017).

Una ciudad inteligente (Smart City) es una ciudad eficiente y avanzada de alta tecnología que conecta personas, información y elementos de la ciudad mediante el uso de nuevas tecnologías para crear una ciudad sostenible, más ecológica, competitiva e innovadora, y una mayor calidad de vida (Bakıcı, Almirall, y Wareham, 2013).

La mayoría de los estudios y aplicaciones desarrolladas están dirigidas a adultos. Merugu, Prabhakar, y Rama (2009) ilustran una aplicación para reducir la congestión del tráfico. Hoh et al. (2012) proponen gamificación de pareja y crowdsourcing para incentivar a los ciudadanos a compartir información sobre plazas de aparcamiento en la ciudad. Gabrielli et al. (2014) describen una metodología de diseño para la gamificación y la aplican a los estudios de caso realizados en cuatro ciudades europeas. Buningh, Martijnse-Hartikka, y Christiaens (2014) implementaron un sistema gamificado para estimular a los empleados de la empresa a elegir medios sostenibles de transporte para trabajar. Wells et al. (2014) proponen un modelo de gamificación para motivar a los usuarios a adoptar una movilidad sostenible, que rastrea los comportamientos de movilidad de las personas y propone desafíos modulados sobre la base de su progreso actual. De manera similar, la plataforma Tripzoom (Bie et al., 2012) se utilizó en tres ciudades europeas (Poslad, Ma, Wang, y Mei, 2015) para identificar los patrones de comportamiento de los ciudadanos en materia de movilidad, y luego propuso y recompensó soluciones de movilidad personalizadas y gamificadas que mejoran las emisiones de CO₂, la salud de los jugadores y el tiempo.

En el otoño de 2014, dentro del proyecto STREETLIFE EU, se llevó a cabo un experimento para evaluar el impacto de las recomendaciones de movilidad sostenible y los incentivos de gamificación en el comportamiento de movilidad de los pasajeros que necesitan viajar rutinariamente al centro de la ciudad en automóvil (Kazhamiakin et al., 2015). Se proporcionaron mecanismos para integrar e implementar políticas a nivel de ciudad dentro de un conjunto de servicios de movilidad inteligente: como servicios de planificación de viajes y recomendaciones de rutas que los ciudadanos utilizan habitualmente. Además, se proporcionaron mecanismos para incentivar a los ciudadanos a tomar decisiones de acuerdo con esas políticas de movilidad, mediante la gamificación. Este estudio puede permitir a un diseñador de gamificación concebir juegos que aumenten el conocimiento de los ciudadanos sobre las políticas y servicios de movilidad sostenible existentes y nuevos en la ciudad, y los motiva a adoptar las soluciones de TIC habilitantes correspondientes para obtener estatus y reputación en el juego y ganar recompensas (ya sean virtuales o materiales).

Por lo tanto, la gamificación puede desempeñar un papel clave y triple en este contexto: apoyar la sostenibilidad de las iniciativas de educación ambiental a largo plazo, promover el compromiso de la comunidad en general y fomentar la creatividad y la participación activa. Ya hay algunos ejemplos exitosos que aprovechan la gamificación para promover estilos de vida sostenibles en niños y padres (González, 2016; Hu, Fico, Cancela, y Arredondo, 2014; Jones, Madden, y Wengreen, 2014).

Sin embargo, hay algunos ejemplos de enfoques de gamificación que se dirigen específicamente a la educación ambiental de los niños. Por ejemplo, ECOMobile implementa un enfoque de aprendizaje situado para el aprendizaje de las ciencias del ecosistema, que puede aprovecharse para organizar excursiones a entornos de estanques locales (Kamarainen et al., 2013). Su combinación de una experiencia gamificada de realidad aumentada ha demostrado ser muy efectiva para que los niños comprendan e interpreten las mediciones de la calidad del agua.

Beat the Street ("Beat The Street - Delivered By Intelligent Health," 2007) y Kids-Go-Green (Marconi et al., 2018) son unas aplicaciones similares en sus objetivos. La iniciativa "Beat the Street" es un plan de viaje activo, una experiencia propuesta en Reino Unido. La iniciativa convierte a toda la ciudad en un juego. De hecho, involucra a una comunidad local de personas dentro de una competición que los anima a caminar o andar en bicicleta en su vecindario, utilizando tecnología de rastreo y un esquema de recompensa. Este juego se ha aplicado también en las escuelas para promover la movilidad activa y sostenible de los niños, pero estudios preliminares muestran que el cambio inducido fue muy limitado (Coombes y Jones, 2016). Esto podría deberse al hecho de que Beat the Street no fue diseñado específicamente para niños, ni para integrarse en el entorno escolar y su programa didáctico. La mecánica del juego, las recompensas y la experiencia del usuario en Beat the Street están diseñadas para involucrar a una población de jugadores genéricos.

Mientras, Kids-Go-Green (Marconi et al., 2018) está diseñado específicamente para ser significativo y atractivo para los niños pequeños en un entorno educativo, como la escuela. Tiene como objetivo aumentar la conciencia y cambiar el comportamiento de los niños y sus familias con respecto a los hábitos de movilidad activa y sostenible. Además, busca provocar un compromiso a corto plazo hacia hábitos de movilidad diferentes, específicamente en lo que se refiere al viaje del hogar a la escuela, lo que eventualmente conduce a una actitud a largo plazo, mediante el aprovechamiento del potencial de las iniciativas educativas gamificadas. Kids-Go-Green se ha desarrollado como una aplicación web a la que se puede acceder desde cualquier navegador web y que se puede utilizar en la escuela por medio de pantallas grandes, pizarras interactivas, tabletas inteligentes u ordenadores.

3. METODOLOGÍA

Para hacer un diagnóstico sobre la percepción y el conocimiento de los alumnos sobre la movilidad sostenible, antes y después de la experiencia didáctica con la plataforma ClassCraft, la investigación se ha subdividido en 4 grandes fases:

1. Diseño de un cuestionario de conocimiento inicial y final, con preguntas de caracterización socioeconómica, hábitos de movilidad y propias del tema de estudio;
2. Diseño de las actividades en la plataforma de juego ClassCraft;
3. Recolección de datos, donde se han recogido las respuestas del cuestionario efectuado de modo presencial, antes y después de la experiencia;
4. Análisis de los resultados, donde se han analizado las respuestas de los estudiantes, antes y después de la experiencia, obteniendo con ellos la percepción previa y los conocimientos finales sobre el tema.

3.1 Diseño del cuestionario

Los cuestionarios se centran sobre los conocimientos de los aspectos ligados a la movilidad sostenible a través de 38 preguntas de diversa tipología: algunas de respuesta con elección múltiple, otras de respuestas abierta, algunas de preferencias y otras de ranking. Para estructurar este tipo de cuestionario hemos tenido como referencia las encuestas utilizadas para estudiar la percepción del usuario sobre la calidad del servicio de transporte público (dell'Olio, Ibeas, y Cecín, 2010; dell'Olio, Ibeas, y Cecin, 2011; Rojo, Gonzalo-Orden, dell'Olio, y Ibeas, 2011; Rojo, Gonzalo-Orden, dell'Olio, y Ibeas, 2012).

Las 38 preguntas presentan diferentes temáticas:

- de carácter socioeconómico: se pregunta cuántos miembros tiene la familia, qué trabajo tienen los padres, dónde viven, si tienen coche y bicicletas.
- análisis de los hábitos de movilidad: cómo van al colegio, si utilizan la bici, los motivos de los desplazamientos y las diferentes modalidades de movilidad presentes en la ciudad.
- definición de algunas palabras y conceptos clave asociados a la movilidad sostenible como: carril bici, zonas peatonales, transporte colectivo, coche compartido, ciudad sostenible, transporte sostenible, *bike sharing*.

Este cuestionario, sin la parte inicial de caracterización socioeconómica, se ha propuesto después de la experiencia didáctica con técnicas de gamificación para evaluar los cambios en los conocimientos de los alumnos.

Para entender mejor los resultados hablaremos de *cuestionario inicial* cuando nos referimos a los datos antes de la experiencia didáctica y *cuestionario de verificación* cuando nos referimos a los datos después de la experiencia didáctica.

3.2 Diseño de las actividades en la plataforma ClassCraft

Inspirada en los videojuegos de rol o juegos de rol (por ejemplo, World of Warcraft), la primera versión de ClassCraft fue concebida por Shawn Young en enero de 2011.

Aunque inicialmente ClassCraft se desarrolló para la gestión de la clase en la escuela secundaria, hay ejemplos de su uso en la educación primaria (Mora Márquez, Camacho Torralbo, y Torralbo, 2019).

Se trata de una aplicación web, ya creada, que permite a los profesores dirigir un juego de rol en el que sus alumnos encarnan diferentes personajes. Los Role-Playing Game (RPG) se podrían definir como un sistema para crear historias basadas en una serie de reglas (Grande-Prado, Baelo, García-Martín y Abella-García, 2020). En este caso la idea es que los alumnos estén involucrados en un juego donde la evolución de su personaje está relacionada a sus capacidades escolares y de colaboración en clase.

El juego funciona en un motor web en tiempo real, por lo que los eventos del juego se envían en tiempo real a los dispositivos de otros usuarios, como en un videojuego normal en línea (Sanchez, Young, y Jouneau-Sion, 2017). ClassCraft no está relacionado con una materia escolar específica, y la duración del juego depende de las expectativas del maestro (desde unas pocas horas de clase hasta todo el año). Los estudiantes juegan durante las horas escolares y fuera de clase (Sanchez et al., 2017).

ClassCraft es una plataforma muy visual y atractiva que permite crear un mundo de personajes (magos, sanadores y guerreros) que deberán cooperar y participar en misiones para ir ganando puntos y monedas con el que mejorar su equipo. El objetivo, es ir avanzando de forma colaborativa a la vez que aprenden y desarrollan su conocimiento. Los maestros tienen acceso a una interfaz donde pueden elaborar una historia, crear un conjunto de actividades que los alumnos deben resolver para obtener puntos y recompensas. El estudiante tiene un perfil privado en línea donde puede ver cuántas insignias ha recibido, cuáles son las actividades, etc. Se supone que los estudiantes deben desarrollar lo que el maestro propuso y luego recibir puntos y distintivos que reconocen su trabajo.

Las reglas del juego son bastante simples. Un estudiante que demuestre un comportamiento positivo en la clase puede ganar "Puntos de experiencia (XP)". Si un estudiante "rompe" las reglas de la clase, perderá "Puntos de salud (HP)", su energía vital en el juego, y eventualmente, caerá en la batalla.

En nuestro caso, se ha construido una historia donde los alumnos eran superhéroes llamados a salvar a los habitantes de una isla contaminada. Se han elaborado y presentado, en la plataforma, actividades de varias tipologías: crucigramas, sopas de letras, mensajes cifrados, imágenes, mapas conceptuales, problemas matemáticos, videos informativos y documentales, historias, discusiones en chat, ejemplos reales. En total el mapa de la historia

con las actividades se componía de 48 etapas. Para resolver cada tarea los niños tenían a disposición un tiempo y podían recibir diferentes recompensas (XP y GP) si terminaban antes del tiempo dado o después.

3.3 Recolección de datos del caso de estudio: realización de la Encuesta antes y después de la experiencia

Los protagonistas de la investigación han sido alumnos de 5º de primaria del Colegio Marista Liceo Castilla de Burgos. El total de la muestra objeto de estudio se corresponde con 75 alumnos divididos en tres clases (25 cada una). Todos los estudiantes se incluían en el rango de edad 10-11 años, con una ligera prevalencia en el género de los niños sobre las niñas y observamos que esta tendencia se mantiene en las tres clases. En el total había un 53% de niños y un 47% de niñas.

La experiencia se enfocó como una actividad extracurricular y se planearon algunos encuentros presenciales para no interferir en el desarrollo de las actividades curriculares.

Para la realización de las encuestas, los alumnos han tenido a su disposición 60 minutos para responder a cada una, siendo ayudados por sus profesores, que solo tenían la posibilidad de ayudarlos desde el punto de vista práctico (cómo contesto) y no conceptual (qué significa). Se garantizó en todo momento el anonimato y la confidencialidad de las respuestas. Los cuestionarios se han suministrado antes de la experiencia y después de tres meses de actividades.

4. RESULTADOS

El análisis de los cuestionarios se ha hecho conjuntamente, las mismas preguntas se formularon antes de llevar a cabo la actividad gamificada y después. Por comodidad dividimos los resultados en tres grandes partes:

- la caracterización de los hábitos y percepción de movilidad de los alumnos;
- la evolución de los conocimientos básicos de movilidad sostenible.
- el análisis del aprendizaje con técnicas de gamificación antes y después de la actividad.

El objetivo principal es ver cómo ha evolucionado su forma de pensar con el fin de evaluar y validar la efectividad de la actividad. Hay que tener en cuenta que en esta experiencia las actividades no eran obligatorias.

4.1 Caracterización de los hábitos y percepción de movilidad de los alumnos

A continuación, analizaremos y compararemos los hábitos y percepción sobre la movilidad antes y después de la actividad gamificada.

Analizamos la percepción de las distintas formas para ir al colegio, qué tipo de transporte hay en la ciudad, qué opiniones tienen respecto a diferentes temas relacionados con el ambiente, la contaminación y la sostenibilidad, y qué prioridades tienen a la hora de desplazarse.

Con el fin de establecer si las costumbres de movilidad están influenciadas por la zona donde viven, se preguntó acerca del lugar de residencia, teniendo en cuenta que la ubicación del colegio es periférica (respecto al centro de la ciudad) y se encuentra conectada con una de las vías principales de entrada/salida a la ciudad.

Aquí hay bastante heterogeneidad con prevalencia de niños que viven en el centro de la ciudad el 37%, pero se registra un porcentaje parecido, aunque inferior de niños que viven en la periferia un 30% o en pueblos un 22%.

También la posesión de coche es un factor importante que incide en los hábitos de movilidad de los alumnos y sus familias.

Se registra cómo la mayoría de los hogares tienen 2 coches, con un total de 155 coches en los 75 hogares, lo que supone una tasa de motorización de 2,07 coches por hogar.

La mayoría de los hogares (el 96%) tienen al menos una bici y la mayoría de ellos la usan una vez a la semana (el 40%) o más de una vez por semana (el 42%). Dos de ellos la usan a diario. La mayoría de ellos la usan para jugar y para desplazarse.

Se preguntó cuántas formas (modos o combinación de modos) distintas pueden elegir para ir desde casa al colegio. El intento de las preguntas es averiguar cuántas posibles formas de ir al colegio conocen, independientemente de si la utilizan o no.

Para ir al colegio, la mayoría de los alumnos se desplaza de forma habitual en coche (más del 60%) o a pie (el 21%) y un pequeño porcentaje se desplaza en bici (el 11%) y en bus (el 7%). Los niños van al colegio principalmente acompañados por sus padres y madres, y en forma menor con abuelos y hermanos. Se registra, después de la experiencia, un incremento de opciones de respuestas, esto quiere decir que en la actividad los alumnos han aprendido, recordado o conocido nuevos modos de transportes que han ampliado su visión. Los incrementos más importantes los tenemos en los siguientes modos: bici, pedibus, bus y a pie. Todos ellos son modos de transporte sostenible y por lo tanto desde este punto de vista podemos concluir que la actividad ha sido muy efectiva. Como era lógico también se incrementa el número de personas que eligen el coche y curiosamente baja el número de

personas que eligen el modo combinado a pie + bus. La mayoría de los alumnos usa también medios de transporte distintos del coche, pero hay un 21,3% de alumnos que solamente usa el coche para sus desplazamientos. Como modos alternativos prevalecen los desplazamientos a pie, en bus, en tren y en bici. Entre los motivos de desplazamientos prevalecen: ir de compras, visitar amigos y familiares y hacer recados.

Conocer los modos de transporte público es un aspecto importante para poder favorecer su uso. Para verificar su nivel de conocimiento se preguntó qué medios de transporte público existen en la ciudad de Burgos. Globalmente el número de alumnos que conocen los diferentes modos de transporte público presentes en la ciudad aumenta de una forma importante después de la actividad gamificada. Las escaleras mecánicas, el tren y las bicis de alquiler, son los modos de transporte público que más incremento tienen respectivamente de un 29%, un 18% y un 14%, pero también se incrementa el número de alumnos que conocen el taxi (3%) y el bus (2%) (que es el modo de transporte público más conocido por los alumnos). Hay que destacar que un número mínimo de alumnos indican la presencia del tranvía (1 alumno tanto antes como después de la actividad) y del metro (2 alumnos tanto antes como después de la actividad) en la ciudad de Burgos que actualmente no existen. Globalmente se puede concluir que también este objetivo se ha alcanzado con la actividad y por lo tanto los alumnos han incrementado de forma significativa su conocimiento de los modos de transporte público de su ciudad.

4.2 Evolución de los conocimientos básicos de movilidad sostenible

En este apartado analizaremos las preguntas comunes de los cuestionarios considerando las referidas a los conocimientos básicos de movilidad sostenible antes y después de la actividad gamificada.

En los conocimientos empezamos por los *carriles bici*. Antes de las actividades, los alumnos demuestran conocer los carriles bici un 70%, pero lo que se pretende es ver si tras la actividad gamificada comprenden su utilidad. En la actividad gamificada, los alumnos aprenden que la bici no debe ser únicamente un modo de transporte para actividades de ocio y este logro es importante. También se incrementan de un 5% las respuestas donde los alumnos dicen que el carril bici favorece el uso de la bici e incrementa la seguridad de los ciclistas. Estos conceptos son importantes y evidencian el progreso de los alumnos en el aprendizaje de su función. Disminuye un 9% el número de alumnos que dicen que los carriles bici sirven para ir más rápido y que sirven para pasear los fines de semana y en el tiempo libre. También demuestran entender mejor que el carril bici no sirve para que lo usen los peatones y que no es una infraestructura que estorbe o perjudique al peatón. Globalmente podemos decir que con esta actividad se han logrado unos resultados muy satisfactorios.

Exactamente lo mismo pasa con las *zonas peatonales*, demuestran conocer su presencia en la ciudad de Burgos un 70%. Cuando se pregunta sobre la utilidad de las zonas peatonales, la mayoría opina que sirven para que los peatones puedan circular libremente, un 70%,

también para que no haya coches en ellas un 50% y para que haya más espacio público un 38% y para reducir la contaminación un 26%.

Después de la actividad gamificada los mayores incrementos se obtienen justamente en las dos opciones menos elegidas (para que haya más espacio público incrementa del 4% y para reducir la contaminación incrementa del 3%). Esto es muy positivo puesto que nos demuestra que las actividades gamificadas han ayudado a entender mejor estos conceptos menos populares entre los alumnos.

A continuación, analizamos las respuestas relativas a algunas definiciones: *transporte colectivo, coche compartido, ciudad sostenible, transporte sostenible, bike sharing*.

En todos se analiza la frecuencia de respuesta desagregada por clase y total, y los porcentajes de variación del total de respuestas.

Para verificar si los alumnos conocían el significado de *transporte colectivo* se les dio a elegir entre tres definiciones:

Definición 1: Es un medio de transporte público que tiene unos horarios y rutas establecidos. Unos ejemplos son los coches, motos, furgonetas y camiones.

Definición 2: Es un medio de transporte público que tiene unos horarios y rutas establecidos. Unos ejemplos son los autobuses, trenes, tranvías, etc.

Definición 3: Es un medio de transporte que usan solo las personas que no tienen su coche.

Antes de la actividad, la mayoría de los alumnos eligieron la definición 2 un 65%, otros alumnos eligieron la definición 1 un 20% y la 3 un 15%. Después del juego sube el número de los alumnos que eligen la respuesta correcta y en las otras el número baja, sobre todo en el caso de la definición 1 que podemos considerar como incorrecta.

Analizamos los datos considerando la variación de porcentaje en su percepción respecto al concepto de *transporte colectivo*: se ve cómo después de la actividad se incrementa en un 22% el número de alumnos que eligen la definición 2 y baja un 17% el número de alumnos que eligen la definición 1 y un 5% los que eligen la 3. También en este caso podemos concluir que la actividad ha sido efectiva en el conocimiento de las características y funciones del transporte colectivo.

Para verificar si los alumnos conocían el significado de *coche compartido* se les dio a elegir entre tres definiciones:

Definición 1: Consiste en compartir un coche con otras personas por un tiempo limitado.

Definición 2: Consiste en compartir un coche con otras personas, pero solo cuando no tengo mi coche disponible.

Definición 3: Consiste en compartir un coche con otras personas para ir al trabajo, al colegio, de viaje, etc. Con esta práctica se pueden reducir los atascos y la contaminación en las ciudades.

La mayoría de los alumnos conocen el significado de coche compartido y lo asocian principalmente a la definición 3 que es la más correcta.

Después de la actividad gamificada el número de alumnos que elige la definición correcta se incrementa sensiblemente. La variación del porcentaje demuestra que se incrementa en un 28% el número de alumnos que eligen la definición 3 y baja un 18% el número de alumnos que eligen la definición 1 y un 10% los que eligen la 2. También en este caso se puede comprobar la efectividad de la actividad.

Para verificar si los alumnos conocían el significado de *ciudad sostenible* se les dio a elegir entre tres definiciones:

Definición 1: Es una ciudad donde sus habitantes cuidan el medio ambiente sin dañarlo, desarrollan sus actividades económicas creando una ciudad respetuosa, de bienestar e igualitaria entre todos.

Definición 2: Es una ciudad donde sus habitantes cuidan el medio ambiente sin dañarlo y sin desarrollar actividades económicas de ningún tipo, siendo de esta manera muy respetuosos con el medio ambiente.

Definición 3: Una ciudad sostenible es una ciudad en la que sus habitantes no se encargan de cuidar el medio ambiente y desarrollan sus actividades económicas sin respetar el entorno, creando una sociedad desigualitaria y de poco bienestar.

Es evidente que la definición correcta es la 1 y la 3 es la que es totalmente incorrecta.

La definición 2 es la que normalmente la gente suele considerar puesto que se fija en el factor medioambiental ignorando las otras dos dimensiones de la sostenibilidad.

Si miramos a las frecuencias de respuestas los resultados parecen no satisfactorios, pero realmente esto se debe a que, en la primera encuesta, antes de la actividad gamificada algunos niños eligieron más de una definición, cosa que se limitó en la encuesta después de la actividad.

Por ello es interesante analizar el resumen de los resultados por porcentaje, se puede ver como el número de alumnos que elige la respuesta correcta se incrementa un 6% y disminuye el número de alumnos que eligen las otras dos definiciones, respectivamente del 4% por la definición 2 y de un 2% para la 3. Podemos considerar el resultado es satisfactorio, aunque el objetivo habría sido que el número de alumnos que eligen la definición 2 bajase de forma

sustancial. Por lo tanto, la actividad puede mejorarse en este sentido incidiendo sobre estos puntos.

Para verificar si los alumnos conocían el significado de *transporte sostenible* se les dio a elegir entre tres definiciones:

Definición 1: El transporte sostenible consiste en utilizar cada uno su coche para ir al colegio, al trabajo, etc.

Definición 2: El transporte sostenible consiste en utilizar todos los modos de transporte disponibles en la ciudad.

Definición 3: El transporte sostenible ayuda a reducir los efectos negativos sobre el medio ambiente y consiste en utilizar modos de transporte menos contaminantes.

En este caso la definición correcta es la 3. La 1 y la 2 son incorrectas, aunque la 2 podemos considerarla menos incorrecta que la 1.

Después de la actividad gamificada la elección de la definición 3 se incrementa un 20%, disminuyendo también la elección de ambas definiciones 1 y 2. La elección de la definición 1 disminuye de un 13% y la de la 2 más de un 7%. También en este caso se puede comprobar la efectividad de la actividad.

Para verificar si los alumnos conocían el significado de *bike sharing* se les dio a elegir entre tres definiciones:

Definición 1: Es un servicio de transporte de pago en el que las bicicletas se ponen a disposición en varios puntos de la ciudad para que la gente las utilice, pudiéndola coger en un punto y dejándola en otro distinto.

Definición 2: Es un servicio para viajes de corta distancia en una zona urbana como alternativa al transporte público, que se coloca en varios puntos de la ciudad y es gratuito.

Definición 3: Es un servicio para que la gente utilice la bicicleta como un transporte público más, que te permite utilizar la bicicleta por el tiempo que quieras.

En este caso la definición correcta es la 1 aunque la 2 y la 3 aportan algunos conceptos importantes que se intenta transmitir en la actividad gamificada. En la definición 2 se insiste en el carácter urbano y en su gratuidad que son características que se pueden imponer a un servicio de *bike sharing*, mientras en la 3 se insiste en que el *bike sharing* es un transporte público, pero que las bicis se pueden tener el tiempo que cada uno quiera.

Tras la actividad, en porcentaje, la elección de la definición 1 disminuye un 10%, mientras la 2 y la 3 se incrementan un 6% y un 4% respectivamente. Puede parecer, a primera vista, que los resultados no demuestran un alto porcentaje de mejora después de la actividad, como para las nociones anteriores. Se considera oportuno, para futuras investigaciones, incidir más

en una definición más clara de lo que es *bike sharing* y proporcionar más actividades al respecto.

4.3 Análisis del aprendizaje con técnicas de gamificación antes y después de la actividad

En los apartados anteriores hemos comentado los resultados de los cuestionarios describiendo la caracterización de los hábitos y percepción de movilidad de los alumnos y la evolución de los conocimientos básicos de movilidad sostenible antes y después de la actividad didáctica con técnicas de gamificación.

En este apartado compararemos más en el detalle el grado de conocimiento inicial y final de los alumnos. Para tal fin, a las preguntas de conocimiento se ha añadido una puntuación en función de las respuestas dadas. El recuento de esa puntuación en el cuestionario inicial y en el final nos permite definir numéricamente el nivel base del que el alumno empieza y el nivel final una vez que la actividad gamificada haya terminado.

A continuación, se propone una tabla que resume los resultados más relevantes (Tabla 1).

	Nº	% ALUMNOS	SUMA PUNTOS	% PUNTOS
Alumnos que mejoran	50	66,67	225	80,36
Alumnos que se quedan igual	3	4,00	0	-
Alumnos que empeoran	22	29,33	-55	19,64

Tabla 1 - Resumen de las puntuaciones de los dos cuestionarios antes y después

En la primera columna se puede apreciar que el número de alumnos que mejora su nivel es superior al número de alumnos que empeoran. En términos de porcentaje se puede observar como el 66,67% de los alumnos mejoran su puntuación (segunda columna).

Globalmente se puede observar en la tercera y cuarta columna como los que mejoran lo hacen mucho más (80,36%) que los alumnos que empeoran su puntuación (19,64%).

La justificación de esto quedará más clara más adelante, cuando consideremos los resultados relacionados con otros factores: como la satisfacción, el tiempo dedicado, el número de actividades desarrolladas, etc. A partir de dichas relaciones, explicaremos cómo esta circunstancia tiene un rol relevante en el éxito de esta metodología. La Figura 1 representa visualmente los resultados de los 75 alumnos, expresados en la tabla anterior, ordenados en función de la variación de puntuación ($\text{DELTA PUNTUACION} = \text{PFINAL} - \text{PINICIAL}$).

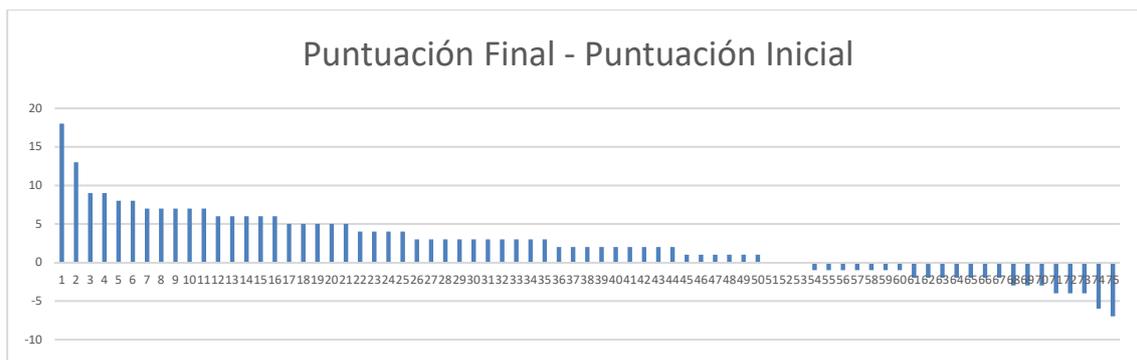


Fig. 1- Variación de puntuación entre los cuestionarios

Con el fin de analizar la relación entre la puntuación final y otras variables relevantes se proponen una serie de modelos de regresión lineal múltiple (9 modelos del MR1-MR9). En estos modelos se relaciona la puntuación final (PFINAL), alcanzada a través del cuestionario de verificación (final) que es nuestra variable dependiente, con las variables que hemos obtenido a través de la plataforma de ClassCraft, que nos indican el tiempo que cada jugador ha dedicado al juego, así como el nivel de satisfacción global del juego (SAT_GLOB) (Tabla 2).

En concreto utilizaremos las siguientes variables:

- desde la plataforma: el nivel del juego alcanzado por el alumno (NIV_JU), los puntos alcanzados en la plataforma de Classcraft al final del juego (P_JU), el número de actividades terminadas dentro de Classcraft (N_ACT), el número de conexiones (N_CON).
- Desde el cuestionario final en concreto las preguntas: los accesos semanales (ACC_SEM), las horas semanales dedicadas (HOR_SEM), el nivel de satisfacción global (SAT_GLOB).

	<i>MR1</i>	<i>MR2</i>	<i>MR3</i>	<i>MR4</i>	<i>MR5</i>	<i>MR6</i>	<i>MR7</i>	<i>MR8</i>	<i>MR9</i>
NIV_JU	2,275								
<i>Estadístico t</i>	11,869								
P_JU		0,003							
<i>Estadístico t</i>		10,765							
N_ACT			0,849						
<i>Estadístico t</i>			9,082						
N_CON				0,655					
<i>Estadístico t</i>				11,607					
ACC_SEM					6,179				3,355
<i>Estadístico t</i>					17,363				9,891
HOR_SEM						12,194		6,219	
<i>Estadístico t</i>						16,109		8,172	
SAT_GLOB							10,008	6,219	5,934
<i>Estadístico t</i>							18,713	10,237	10,954
R² ajustado	0,656	0,610	0,527	0,645	0,803	0,778	0,826	0,909	0,925
Observaciones	75	75	75	75	75	75	75	75	75

Tabla 2 - Resumen de los modelos de regresión

Como se puede observar en los modelos (Tabla 2) existe una correlación positiva entre todas las variables consideradas y la puntuación final alcanzadas por los alumnos. Además, en todos los casos los parámetros asociados a la variable dependiente considerada son estadísticamente significativos a más del 95% del nivel de confianza.

En el MR1 se calcula un modelo de regresión para predecir la puntuación final obtenida a través del cuestionario de verificación en función del nivel del juego alcanzado. Se obtiene una regresión significativa ($F(1,74) = 140,877$, $p < ,000$), con un R^2 de ,656. La predicción de la puntuación final es igual a $2,275 * (NIV_JU)$.

En el MR2 se calcula un modelo de regresión para predecir la puntuación final obtenida a través del cuestionario de verificación en función de los puntos alcanzados en la plataforma de ClassCraft al final del juego. Se obtiene una regresión significativa ($F(1,74) = 115,891$, $p < ,000$), con un R^2 de ,610. La predicción de la puntuación final es igual a $0,003 * (P_JU)$.

En el MR3 se calcula un modelo de regresión para predecir la puntuación final obtenida a través del cuestionario de verificación en función del número de actividades terminadas dentro de ClassCraft. Se obtiene una regresión significativa ($F(1,74) = 82,476$, $p < ,000$), con un R^2 de ,527. La predicción de la puntuación final es igual a $0,849 * (N_ACT)$.

En el MR4 se calcula un modelo de regresión para predecir la puntuación final obtenida a través del cuestionario de verificación en función del número de conexiones a ClassCraft. Se obtiene una regresión significativa ($F(1,74) = 134,726$, $p < ,000$), con un R^2 de ,645. La predicción de la puntuación final es igual a $0,655 * (N_CON)$.

En el MR5 se calcula un modelo de regresión para predecir la puntuación final obtenida a través del cuestionario de verificación en función de los accesos semanales a ClassCraft. Se obtiene una regresión significativa ($F(1,74) = 301,488$, $p < ,000$), con un R^2 de ,803. La predicción de la puntuación final es igual a $6,179 * (ACC_SEM)$.

En el MR6 se calcula un modelo de regresión para predecir la puntuación final obtenida a través del cuestionario de verificación en función de las horas semanales dedicadas a ClassCraft. Se obtiene una regresión significativa ($F(1,74) = 259,502$, $p < ,000$), con un R^2 de ,778. La predicción de la puntuación final es igual a $12,194 * (HOR_SEM)$.

En el MR7 se calcula un modelo de regresión para predecir la puntuación final obtenida a través del cuestionario de verificación en función del nivel de satisfacción global con la actividad. Se obtiene una regresión significativa ($F(1,74) = 350,162$, $p < ,000$), con un R^2 de ,826. La predicción de la puntuación final es igual a $10,008 * (SAT_GLOB)$.

En el MR8 se calcula un modelo de regresión múltiple para predecir la puntuación final obtenida a través del cuestionario de verificación en función del nivel de satisfacción global

con la actividad y de las horas semanales dedicadas a ClassCraft. Se obtiene una regresión significativa ($F(1,74) = 364,131$, $p < ,000$), con un R^2 de ,909. La predicción de la puntuación final es igual a $6,207 * (SAT_GLOB) + 6,219 * (HOR_SEM)$.

En el MR9 se calcula un modelo de regresión múltiple para predecir la puntuación final obtenida a través del cuestionario de verificación en función del nivel de satisfacción global con la actividad y de los accesos semanales a ClassCraft. Se obtiene una regresión significativa ($F(1,74) = 453,112$, $p < ,000$), con un R^2 de ,925. La predicción de la puntuación final es igual a $5,934 * (SAT_GLOB) + 3,355 * (ACC_SEM)$.

Analizando los modelos MR1, MR2 y MR3 podemos concluir que indudablemente los alumnos que han aprendido más son los que han alcanzado un nivel del juego más alto, los que han totalizado más puntos y los que han terminado un número mayor de actividades. Esto es muy importante, porque valida la eficacia del método empleado y sobre todo justifica que los alumnos que no han mejorado y que hasta en algún caso han empeorado su rendimiento son los alumnos que se han quedado a un nivel inferior, han completado un número inferior de actividades y han sacado por lo tanto menos puntos.

Analizando los modelos MR4, MR5 y MR6 podemos observar cómo el tiempo dedicado tiene un impacto directo también en el rendimiento final del alumno. Se demuestra que los alumnos que se conectaron más veces, los que accedieron un mayor número de semanas y los que dedicaron más horas semanales también han aprendido más. Si unimos estos resultados con los anteriores, podemos concluir que el rendimiento de los alumnos está directamente relacionado con las actividades desarrolladas y con el tiempo dedicado. Si miramos con más detalle, podemos ver que los modelos MR5 y MR6 son los que presentan mejor R^2 ajustado de entre los 6 primeros modelos. Esto nos indica que para aprender los alumnos no solamente necesitan conectarse muchas veces, sino que es importante que cada semana dediquen algo de tiempo a las actividades.

El modelo MR7 pretende medir si el grado de satisfacción con la aplicación y con el juego afecta positivamente al aprendizaje. Como se puede ver podemos concluir claramente que es quizás lo más importante. Cuanto más atractivo sea el juego y cuanto más satisfechos estén los alumnos con él, más aprenderán.

Los últimos dos modelos (MR8 y MR9) combinan el efecto de la satisfacción con el tiempo dedicado. Como se puede ver la combinación de las dos cosas hace que los alumnos aprendan más.

5. CONCLUSIONES

En este artículo se describen los resultados de una experiencia educativa basada en la gamificación con el fin de mejorar la percepción de la sociedad sobre los problemas alrededor de la movilidad sostenible. El proyecto se ha diseñado para formar a alumnos de 10-12 años.

Se muestran las principales conclusiones obtenidas del presente trabajo teniendo en cuenta los objetivos generales y específicos que nos hemos planteado, valorando además el cumplimiento de los mismos.

El objetivo general planteado ha sido el de observar y evaluar el uso de técnicas de gamificación como clave para el impulso del aprendizaje y el cambio hacia hábitos de movilidad sostenible. A éste hemos añadidos unos objetivos específicos que juegan un papel relevante, al servir como vehículo para conseguir el objetivo general. El nivel de cumplimiento tanto del objetivo general como de los específicos ha sido satisfactorio.

La revisión de la literatura, tanto en la parte de la gamificación como en la de educación en movilidad sostenible, nos ha servido como base para entender mejor esta metodología de enseñanza y verificar su uso en el campo de la educación. También hemos comprobado que hay poca investigación sobre cómo proporcionar temas de movilidad sostenible a niños de primaria, en nuestro caso entre los 10 y 12 años, y los tipos de metodologías de enseñanza usados a tal fin.

Podemos decir que nuestra experiencia ha contribuido a la comprensión del efecto que este tipo de metodología puede tener para mejorar la percepción de los conceptos de movilidad sostenible en todas sus vertientes.

En concreto, antes de la actividad gamificada propuesta se puede concluir que los niños poseen un conocimiento básico sobre el tema. Deducimos que los niños, antes de su participación en la actividad educativa, se centran únicamente en los aspectos ambientales de la movilidad sostenible, ignorando completamente los aspectos sociales y económicos. En definitiva, sus conocimientos parecen estar sesgados a la componente medioambiental.

Si comparamos los datos después de la actividad gamificada propuesta podemos concluir que los niños amplían sus conocimientos sobre la movilidad sostenible incluyendo también los conocimientos relativos a las componentes sociales y económicas que la movilidad sostenible favorece.

Consideramos nuestra investigación un punto de partida para futuras investigaciones, que deberán tener en cuenta las siguientes cuestiones:

- Se necesitan estudios futuros para determinar si nuestros hallazgos pueden generalizarse a una población más amplia. Se podrían dar diferentes resultados al considerar otras poblaciones y al comparar los resultados.
- El posible reflejo de los resultados en la modalidad de transporte adoptada en los viajes diarios a la escuela de los niños, adoptando modalidades sostenibles para llegar a la escuela.
- Un cuestionario de seguimiento que mida si los conceptos adquiridos se mantienen después de que finalice la actividad del juego.
- Un cuestionario para los padres en lo que se pueda verificar cómo el comportamiento sostenible también se generaliza a otros contextos, como el tiempo libre y los viajes familiares.
- Las opiniones de los docentes sobre la experiencia.

AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría agradecer el Colegio Marista Liceo Castilla de Burgos y sus profesores por su disponibilidad y colaboración en el desarrollo de la aplicación práctica de la metodología expuesta en este artículo.

REFERENCIAS

- BAKICI, T., ALMIRALL, E., & WAREHAM, J. (2013). A Smart City Initiative: the Case of Barcelona. *Journal of the Knowledge Economy*, 4(2), pp.135–148.
- BARR, S. (2018). Personal mobility and climate change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 9(5), e542.
- BEAT THE STREET - Delivered By Intelligent Health. (2007). Retrieved June 23, 2019, from <https://www.beatthestreet.me/UserPortal/Default>
- BEIRÃO, G., & CABRAL, J. S. (2008). Market Segmentation Analysis using Attitudes toward Transportation. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2067(1), 56–64.
- BIE, J., BIJLSMA, M., BROLL, G., CAO, H., HJALMARSSON, A., HODGSON, F., ... LUTHER, M. (2012). Move Better with tripzoom. *International Journal on Advances in Life Sciences*, 4(3–4), 125–135. Retrieved from http://www.iariajournals.org/life_sciences/2012,
- BIELIK, P., TOMLEIN, M., KRÁTKY, P., MITRÍK, Š., BARLA, M., & BIELIKOVÁ, M. (2012). Move2Play: An Innovative Approach to Encouraging People to Be More Physically Active. In *Proceedings of the 2nd ACM SIGHIT symposium on International health informatics - IHI '12* (pp. 61–70). New York, New York, USA: ACM Press.

- BUNINGH, S., MARTIJNSE-HARTIKKA, R., & CHRISTIAENS, J. (2014). *Mobi - Modal Shift Through Gamification*. In *Transport Research Arena (TRA) 5th Conference: Transport Solutions from Research to Deployment*. Eindhoven. Retrieved from <https://trid.trb.org/view/1315416>
- CHAWLA, L. (2009). Growing up green: Becoming an agent of care for the natural world. *Journal of Developmental Processes*, 4(1), 6–23. Retrieved from <https://naaee.org/eepro/research/database/growing-green-becoming-agent-care>
- CHAWLA, LOUISE. (2007). Childhood Experiences Associated with Care for the Natural World: A Theoretical Framework for Empirical Results. *Children, Youth and Environments*, 17(4), 144–170.
- COENEN, T., MERCHANT, P., LAUREYSSSENS, T., CLAEYS, L., & CRIEL, J. (2013). ZWERM: stimulating urban neighborhood self-organization through gamification. In *International conference Using ICT, Social Media and Mobile Technologies to Foster Self-Organisation in Urban and Neighbourhood Governance* (pp. 1–16). Delft: OTB Research Institute for the Built Environment, Delft University of Technology. Retrieved from <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A913cafa8-4425-4ac8-9280-0b8971b9461b>
- COLLINS, D. C. ., & KEARNS, R. A. (2001). The safe journeys of an enterprising school: negotiating landscapes of opportunity and risk. *Health & Place*, 7(4), 293–306.
- COOMBES, E., & JONES, A. (2016). Gamification of active travel to school: A pilot evaluation of the Beat the Street physical activity intervention. *Health & Place*, 39, 62–69.
- COWLEY, B., MOUTINHO, J. L., BATEMAN, C., & OLIVEIRA, A. (2011). Learning principles and interaction design for ‘Green My Place’: A massively multiplayer serious game. *Entertainment Computing*, 2(2), 103–113.
- DAVISON, K. K., WERDER, J. L., & LAWSON, C. T. (2008). Children’s active commuting to school: current knowledge and future directions. *Preventing Chronic Disease*, 5(3), A100. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18558018>
- DAVISON, P., REED, N., HALDEN, D., & DILLON, J. (2003). Children’s attitudes to sustainable transport. Retrieved from <https://www.webarchive.org.uk/wayback/archive/20180517055723/http://www.gov.scot/Publications/2003/12/18663/30676>
- DELL’OLIO, L., IBEAS, A., & CECIN, P. (2011). The quality of service desired by public transport users. *Transport Policy*, 18(1).
- DELL’OLIO, L., IBEAS, A., & CECÍN, P. (2010). Modelling user perception of bus transit quality. *Transport Policy*, 17(6).
- EUROPEAN COMMISSION. (2002). *kids on the move*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. Retrieved from <http://europa.eu.int>

- FAHERTY, T. R., & MORRISSEY, J. E. (2014). Challenges to active transport in a car-dependent urban environment: a case study of Auckland, New Zealand. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 11(8), 2369–2386.
- FERRANDO, H., MOLINERO, P., & PEÑA, T. (2007). *Con bici al cole PROYECTO PEDAGÓGICO PARA ALUMNOS DE PRIMARIA*. Barcelona. Retrieved from www.conbicialcole.com
- FOTEL, T., & THOMSEN, T. U. (2004). The Surveillance of Children's Mobility. *Surveillance & Society*, 1(4), 535–554. Retrieved from <http://www.surveillance-and-society.org>
- GABRIELLI, S., FORBES, P., JYLHÄ, A., WELLS, S., SIRÉN, M., HEMMINKI, S., ... JACUCCI, G. (2014). Design challenges in motivating change for sustainable urban mobility. *Computers in Human Behavior*, 41, 416–423.
- GABRIELLI, S., MAIMONE, R., FORBES, P., MASTHOFF, J., WELLS, S., PRIMERANO, L., ... POMPA, M. (2013). Designing motivational features for sustainable urban mobility. In *CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems on - CHI EA '13* (pp. 1461–1466). New York, New York, USA: ACM Press.
- GÄRLING, T. (2004). The Feasible Infeasibility of Activity Scheduling. In *Human Behaviour and Traffic Networks* (pp. 231–250). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- GILBERT, H., WHITZMAN, C., PIETERS, J. (HANS), & ALLAN, A. (2017). Children and sustainable mobility: small feet making smaller carbon footprints. *Australian Planner*, 54(4), 234–241.
- GONZÁLEZ JORGE, M. (2016). Gramificación: hagamos que aprender sea divertido. Universidad Publica de Navarra. Retrieved from <https://academic.e.unavarra.es/handle/2454/21328>
- HAMARI, J., KOIVISTO, J., & SARSA, H. (2014). Does Gamification Work? -- A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. In *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 3025–3034). IEEE.
- HEFT, H., & CHAWLA, L. (2006). Children as agents in sustainable development: the ecology of competence. In C. Spencer & M. Blades (Eds.), *Children and their Environments* (pp. 199–216). Cambridge: Cambridge University Press.
- HILLMAN, M., ADAMS, J., & WHITELEGG, J. (1990). *One False Move ... A Study of Children's Independent Mobility*. London: Policy Studies Institute. Retrieved from http://www.psi.org.uk/pdf/2009/OneFalseMove_Hillman.pdf
- HOH, B., YAN, T., GANESAN, D., TRACTON, K., IWUCHUKWU, T., & LEE, J.-S. (2012). TruCentive: A game-theoretic incentive platform for trustworthy mobile crowdsourcing parking services. In *2012 15th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems* (pp. 160–166). IEEE.

- HOLLEIS, P., LUTHER, M., BROLL, G., CAO, H., KOOLWAAIJ, J., PEDDEMORS, A., ... JACOBS, K. (2012). TRIPZOOM: A System to Motivate Sustainable Urban Mobility. In SMART 2012 : The First International Conference on Smart Systems, Devices and Technologies (pp. 101–104). Retrieved from <https://www.medien.ifi.lmu.de/pubdb/publications/pub/holleis2012smart/holleis2012smart.pdf>
- HU, R., FICO, G., CANCELA, J., & ARREDONDO, M. T. (2014). Gamification system to support family-based behavioral interventions for childhood obesity. In IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics (BHI) (pp. 181–184). IEEE.
- JOIREMAN, J. A., VAN LANGE, P. A. M., & VAN VUGT, M. (2004). Who Cares about the Environmental Impact of Cars? *Environment and Behavior*, 36(2), 187–206.
- JONES, B. A., MADDEN, G. J., & WENGGREEN, H. J. (2014). The FIT Game: preliminary evaluation of a gamification approach to increasing fruit and vegetable consumption in school. *Preventive Medicine*, 68, 76–79.
- KAMARAINEN, A. M., METCALF, S., GROTZER, T., BROWNE, A., MAZZUCA, D., TUTWILER, M. S., & DEDE, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education*, 68, 545–556.
- KARSTEN, L., & VAN VLIET, W. (2006). Children in the city: Reclaiming the street. *Children, Youth and Environments*, 16(1), 151–167. Retrieved from <https://dare.uva.nl/search?identifier=67a225cc-7dad-4a19-ad04-bc368dafb0c8>
- KAZHAMIKIN, R., MARCONI, A., MARTINELLI, A., PISTORE, M., & VALETTO, G. (2016). A gamification framework for the long-term engagement of smart citizens. In 2016 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2) (pp. 1–7). IEEE.
- KAZHAMIKIN, R., MARCONI, A., PERILLO, M., PISTORE, M., VALETTO, G., PIRAS, L., PERRI, N. (2015). Using gamification to incentivize sustainable urban mobility. In 2015 IEEE First International Smart Cities Conference (ISC2) (pp. 1–6). IEEE.
- KEATING, M. (1993). The Earth Summit's agenda for change : a plain language version of Agenda 21 and the other Rio Agreements. Centre for Our Common Future. Retrieved from <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000094323>
- KERR, J., ROSENBERG, D., SALLIS, J. F., SAELENS, B. E., FRANK, L. D., & CONWAY, T. L. (2006). Active Commuting to School. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(4), 787–793.
- KHOSHKANGINI, R., VALETTO, G., & MARCONI, A. (2017). Generating Personalized Challenges to Enhance the Persuasive Power of Gamification. In E. M. (eds. . R. Orji, M. Reisinger, M. Busch, A. Dijkstra, M. Kaptein (Ed.), *Proceedings of the Personalization in Persuasive Technology Workshop, Persuasive Technology 2017* (pp. 70–83). Amsterdam: <http://ceur-ws.org>. Retrieved from <https://cris.fbk.eu/handle/11582/312341#XQ-L4COREnU>

- LEE, J. J., MATAMOROS, E., KERN, R., MARKS, J., DE LUNA, C., & JORDAN-COOLEY, W. (2013). Greenify: fostering sustainable communities via gamification. In CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (pp. 1497–1502). New York, New York, USA: ACM Press.
- LYONS, E., & BREAKWELL, G. M. (1994). Factors Predicting Environmental Concern and Indifference in 13- to 16-Year-Olds. *Environment and Behavior*, 26(2), 223–238.
- MACKETT, R. L., GONG, Y., KITAZAWA, K., & PASKINS, J. (2007). Children's local travel behaviour-how the environment influences, controls and facilitates it. In 11th World Conference on Transport Research (pp. 1–17). Berkeley. Retrieved from <http://www.casa.ucl.ac.uk/capableproject/download/WCTR06Mackett.pdf>
- MALONE, K. (2013). "The future lies in our hands": children as researchers and environmental change agents in designing a child-friendly neighbourhood. *Local Environment*, 18(3), 372–395.
- MALONE, K. (2015). Children's Rights and the Crisis of Rapid Urbanisation. *The International Journal of Children's Rights*, 23(2), 405–424.
- MCDONALD, N. C., & AALBORG, A. E. (2009). Why Parents Drive Children to School: Implications for Safe Routes to School Programs. *Journal of the American Planning Association*, 75(3), 331–342.
- MCMILLAN, T., DAY, K., MARLON, B., ALFONZO, M., & ANDERSON, C. (2006). Johnny walks to school-does Jane? Sex differences in children's active travel to school. *Children, Youth and Environments*, 16(1), 75–89. Retrieved from <https://www.cpc.unc.edu/projects/rfms-hse/publications/483>
- MERUGU, D., PRABHAKAR, B. S., & RAMA, N. S. (2009). An Incentive Mechanism for Decongesting the Roads: A Pilot Program in Bangalore. In NetEcon, ACM Workshop on the Economics of Networked Systems (pp. 1–6). ACM. Retrieved from http://web.stanford.edu/~balaji/papers/NetEcon_final.pdf
- MIKKELSEN, M. R., & CHRISTENSEN, P. (2009). Is Children's Independent Mobility Really Independent? A Study of Children's Mobility Combining Ethnography and GPS/Mobile Phone Technologies1. *Mobilities*, 4(1), 37–58.
- MORA MÁRQUEZ, M., CAMACHO TORRALBO, J., & TORRALBO, J. C. (2019). Classcraft: English and role play in the primary school classroom. *Apertura*, 11(1), 56–73.
- ORLAND, B., RAM, N., LANG, D., HOUSER, K., KLING, N., & COCCIA, M. (2014). Saving energy in an office environment: A serious game intervention. *Energy and Buildings*, 74, 43–52.
- POOLEY, C., TURNBULL, J., & ADAMS, M. (2006). The Impact of New Transport Technologies on Intraurban Mobility: A View from the Past. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 38(2), 253–267.

- POSLAD, S., MA, A., WANG, Z., & MEI, H. (2015). Using a Smart City IoT to Incentivise and Target Shifts in Mobility Behaviour—Is It a Piece of Pie? *Sensors (Basel)*, 15(6), 13069–13096.
- RISSOTTO, A., & TONUCCI, F. (2002). FREEDOM OF MOVEMENT AND ENVIRONMENTAL KNOWLEDGE IN ELEMENTARY SCHOOL CHILDREN. *Journal of Environmental Psychology*, 22(1–2), 65–77.
- ROJO, M., GONZALO-ORDEN, H., DELL'OLIO, L., & IBEAS, A. (2011). Modelling gender perception of quality in interurban bus services. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Transport*, 164(1), 43–53.
- ROJO, M., GONZALO-ORDEN, H., DELL'OLIO, L., & IBEAS, T. (2012). Relationship between service quality and demand for inter-urban buses. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(10).
- SANCHEZ, E., YOUNG, S., & JOUNEAU-SION, C. (2017). Classcraft: from gamification to ludicization of classroom management. *Education and Information Technologies*, 22(2), 497–513.
- SANDQVIST, K. (2002). Growing Up With and Without a Family Car. In *Social Change and Sustainable Transport* (pp. 117–124). Bloomington: Indiana University Press.
- SCHWANEN, T., BANISTER, D., & ANABLE, J. (2012). Rethinking habits and their role in behaviour change: the case of low-carbon mobility. *Journal of Transport Geography*, 24, 522–532.
- SCHWEITZER, L. A., MARR, L. C., LINFORD, J. C., & DARBY, M. A. (2008). The Sustainable Mobility Learning Laboratory: Interactive Web-Based Education on Transportation and the Environment. *Applied Environmental Education & Communication*, 7(1–2), 20–29.
- SHARPE, S., & TRANTER, P. (2010). The hope for oil crisis: children, oil vulnerability and (in)dependent mobility. *Australian Planner*, 47(4), 284–292.
- SHIRAISHI, M., WASHIO, Y., TAKAYAMA, C., LEHDONVIRTA, V., KIMURA, H., & NAKAJIMA, T. (2009). Using individual, social and economic persuasion techniques to reduce CO2 emissions in a family setting. In *Proceedings of the 4th International Conference on Persuasive Technology - Persuasive '09* (pp. 1–8). New York, New York, USA: ACM Press.
- SIRAJ-BLATCHFORD, J. (2009). Editorial: Education for Sustainable Development in Early Childhood. *International Journal of Early Childhood*, 41(2), 9–22.
- TABIBI, Z. (2009). Incidence, causes and prevention of child accidents in Iran: An analysis of existing studies. *Journal of Family Research*, 5(18), 179–205. Retrieved from <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=174614>
- TRANTER, P., & SHARPE, S. (2012). Disney-Pixar to the rescue: harnessing positive affect for enhancing children's active mobility. *Journal of Transport Geography*, 20(1), 34–40.

WARD, C. (1978). *The child in the city*. Pantheon Books.

WEISER, P., BUCHER, D., CELLINA, F., & DE LUCA, V. (2015). A Taxonomy of Motivational Affordances for Meaningful Gamified and Persuasive Technologies. In *Proceedings of EnviroInfo and ICT for Sustainability 2015* (Vol. 22, pp. 271–280). Paris, France: Atlantis Press.

WELLS, S., KOTKANEN, H., SCHLAFLI, M., GABRIELLI, S., MASTHOFF, J., JYLHÄ, A., & FORBES, P. (2014). Towards an Applied Gamification Model for Tracking, Managing, & Encouraging Sustainable Travel Behaviours. *ICST Transactions on Ambient Systems*, 1(4), e2.