

LA CIUDAD INTELIGENTE ANÁLISIS DE LOS ALREDEDORES DE LA CALLE MÓSTOLES DE FUENLABRADA (MADRID) Y PROPUESTAS PARA SU MEJORA DE FORMA INTELIGENTE Y SOSTENIBLE

THE SMART CITY ANALYSIS OF THE SURROUNDINGS OF MÓSTOLES STREET IN FUENLABRADA (MADRID) AND PROPOSALS FOR ITS IMPROVEMENT IN AN INTELLIGENT AND SUSTAINABLE WAY

M^a Dolores Álvarez Elipe¹

Universidad Rey Juan Carlos (URJC) – España.

RESUMEN

Se presenta un proyecto de participación ciudadana para hacer la ciudad de residencia de los estudiantes que participan en el mismo más sostenible gracias a la tecnología. El proyecto se encuadra dentro de las disciplinas STEM (que relacionan Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) y se realiza en un grupo de Educación Secundaria del Instituto Gaspar Melchor de Jovellanos de Fuenlabrada (Madrid). La propuesta consiste en analizar el barrio donde viven los alumnos y proponer mejoras para hacerlo más accesible, sostenible, cómodo, etc. Dichas mejoras entran dentro de lo que llamaríamos “ciudad inteligente” o “smart city”, ya que mediante dispositivos inteligentes se consigue hacer nuestra vida más fácil. Se trata de un proyecto de curso completo con diferentes fases de análisis, investigación, documentación, planificación, construcción y evaluación, que se materializa en una maqueta a escala del barrio con dispositivos inteligentes, que como colofón final será presentado en un programa de radio de Fuenlabrada, con la idea de que sea tenido en cuenta para el desarrollo urbanístico de esta ciudad.

Palabras clave: participación ciudadana, sostenibilidad, STEM, dispositivos inteligentes.

ABSTRACT

A citizen participation project is presented to make the city of residence of the students who participate in it more sustainable thanks to technology. The project falls within the STEM disciplines (which relate Science, Technology, Engineering and Mathematics) and is carried out in a Secondary Education group at the Gaspar Melchor de Jovellanos Institute in

¹Dra. Arquitecta. Universidad Rey Juan Carlos (Madrid). mariadolores.elipe@urjc.es

Fuenlabrada (Madrid). The proposal consists of analyzing the neighborhood where the students live and proposing improvements to make it more accessible, sustainable, comfortable and so on. These improvements fall within what we would call “smart city”, since through smart devices we can make our lives easier. This is a complete course project with different phases of analysis, research, documentation, planning, construction and evaluation, which materializes in a scale model of the neighborhood with smart devices, which as a final culmination will be presented in a radio program Fuenlabrada, with the idea that it be taken into account for the urban development of this city.

Keywords: citizen participation, sustainability, STEM, smart devices.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ¿Qué es una ciudad inteligente?

Según Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011), una ciudad inteligente es un entorno urbano que utiliza tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para mejorar la calidad de vida de sus habitantes y gestionar eficientemente sus recursos. Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., & Pichler-Milanović, N. (2007) especifican un poco más, diciendo que las ciudades inteligentes son aquellas que aplican sistemas de sensores y datos para optimizar la infraestructura, el transporte, la energía, la seguridad y otros aspectos, con el objetivo de ser más sostenibles y mejorar la experiencia de sus residentes. Hollands, R. G. (2008) resalta que las ciudades inteligentes se centran en la participación ciudadana, la colaboración entre sectores y la innovación tecnológica para abordar desafíos urbanos, como la congestión del tráfico, la contaminación y la gestión de recursos.

Estas definiciones ofrecen una visión general de lo que implica una ciudad inteligente y cómo se abordan sus objetivos. El concepto de ciudad inteligente podría evolucionar con el tiempo y variar según los autores, pero es importante transmitir a la población que la tecnología puede ayudar a una ciudad a ser sostenible, y para ello una buena manera es empezar desde que la población es infantil, desarrollando una pedagogía de la sostenibilidad, que contribuirá a que la población sea más consciente de la importancia de la misma.

1.2. II. ¿Por qué se quiere trabajar la ciudad inteligente en el ámbito escolar? Puntos fuertes, puntos débiles y áreas de mejora

Muchas ciudades están estableciendo nuevas normativas que mejoran la sostenibilidad, reduciendo la contaminación superficial y atmosférica con infraestructuras verdes. La tecnología de las ciudades inteligentes mejora eficazmente la eficiencia energética de las zonas urbanas y muestra un potencial prometedor, por eso es importante que se apoye desde las instituciones educativas, desarrollando una pedagogía de la sostenibilidad, mediante la implicación de los alumnos en proyectos de sostenibilidad urbana, estudiando y desarrollando lo que es una ciudad inteligente. Las escuelas pueden mejorar la conservación ecológica, potenciar la inclusión social y promover el crecimiento económico cuando utilizan la tecnología educativa de las ciudades inteligentes.

Dicho esto, estamos en un contexto educativo diverso y en constante evolución. Los jóvenes están inmersos en una era digital en la que la tecnología desempeña un papel central en sus vidas diarias. La mayoría de ellos son usuarios activos de dispositivos móviles y redes sociales, lo que demuestra un alto nivel de alfabetización digital. Este punto fuerte es esencial para abordar un proyecto de ciudad inteligente, ya que los estudiantes cuentan con habilidades tecnológicas básicas que, bien dirigidas, pueden conseguir generar una ciudadanía mejor.

Sin embargo, existen debilidades en el grupo que deben ser consideradas como áreas de mejora. Uno de los principales desafíos radica en la falta de comprensión profunda sobre lo que implica una ciudad inteligente. Los estudiantes, en su mayoría, no están familiarizados con los conceptos clave, como la automatización, la gestión de datos, la sostenibilidad y la interconexión de sistemas. Esto requiere una introducción educativa sólida para establecer una base de conocimientos.

Otro punto débil a mejorar es la falta de experiencia en la resolución de problemas y la colaboración interdisciplinaria. Los estudiantes a menudo se centran en aprendizajes disciplinares tradicionales y tienen limitada exposición a proyectos que requieren la integración de conocimientos de diversas áreas. Además, la participación y el compromiso pueden variar entre los estudiantes, lo que plantea desafíos en la gestión del grupo, pero a la vez es un reto para que aprendan a tomar conciencia de que son una sociedad.

2. OBJETIVOS

Mediante el desarrollo de una ciudad inteligente como proyecto escolar se persiguen varios objetivos:

- a) Fomentar la conciencia ambiental: Ayudar a los estudiantes a comprender cómo las tecnologías pueden utilizarse para abordar problemas ambientales y promover prácticas sostenibles en la ciudad.
- b) Promover la colaboración: Fomentar la colaboración en equipo y habilidades de comunicación, ya que el desarrollo de un proyecto de ciudad inteligente implica la coordinación entre diferentes áreas y personas.
- c) Mejorar la resolución de problemas: Desarrollar habilidades de resolución de problemas al enfrentarse a desafíos técnicos y logísticos en el diseño y la implementación de una ciudad inteligente.
- d) Potenciar la creatividad: Estimular la creatividad de los estudiantes al idear soluciones innovadoras para mejorar la calidad de vida en la ciudad.
- e) Favorecer la alfabetización digital: Mejorar la comprensión de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y su aplicación en la vida cotidiana.
- f) Fomentar la conciencia cívica: Desarrollar una comprensión más profunda de cómo las decisiones urbanas impactan en la vida de los ciudadanos y cómo la participación activa puede influir en el desarrollo de la ciudad.
- g) Promover el pensamiento crítico: Animar a los estudiantes a evaluar y cuestionar las implicaciones éticas y sociales de la implementación de tecnologías en la ciudad.
- h) Colaboración interdisciplinaria: Abordar la integración de conocimientos de diversas materias.

Estos objetivos se desarrollan mediante un aprendizaje basado en la indagación, así como en proyectos, como estrategias de colaboración entre alumnos.

3. DESARROLLO

Para desarrollar este proyecto de pedagogía de la sostenibilidad, se ha encontrado un buen camino a través de la asignatura de Tecnología, ya que el currículo en España en 3º de ESO - tanto dentro de la LOMCE (2013) como de la actual LOMLOE (2020) - engloba contenidos referidos al proyecto tecnológico y su documentación, el dibujo y la impresión 3D, así como la electrónica y la robótica. Al plantear la asignatura para un curso escolar se encuentra un hilo conductor para relacionar todos los contenidos de la misma, llegando a la conclusión de que esto se podía hacer y que además podría desarrollarse de forma interdisciplinaria, implicando a todas las materias STEM e incluso a las que no lo son (ya que por ejemplo la lengua se necesita

para comunicar bien un proyecto, el inglés para que su difusión pueda ser global y la investigación más enriquecedora, etc.).

De este modo, se propuso el tema de la ciudad inteligente, donde los alumnos pueden comprender cómo las tecnologías pueden mejorar la calidad de vida, la sostenibilidad y la eficiencia en una ciudad, creando así situaciones de aprendizaje relacionadas con la vida real, en las que los alumnos son agentes activos de su propio aprendizaje. Se consigue así establecer una estructura pedagógica sólida que fomenta el aprendizaje activo, la colaboración y la adquisición de conocimientos interdisciplinarios, estimulando la creatividad de los alumnos y sus habilidades en la resolución de problemas, a la vez que toman conciencia ciudadana.

La mayor parte del proceso se desarrolla en grupos de 3 alumnos, a lo largo de 12 unidades didácticas, que constan de las siguientes situaciones de aprendizaje:

UNIDAD 1: ANÁLISIS DE CIUDAD INTELIGENTE

SITUACIONES DE APRENDIZAJE / ACTIVIDADES

Investigamos para dotar de inteligencia al barrio:

1. Análisis para formular un proyecto tecnológico:
 - 1.1. Investigación sobre las características inteligentes de nuestro barrio.
 - 1.2. Análisis de ciudades inteligentes en el mundo.
 - 1.3. Presentación del estudio desarrollado.

UNIDAD 2: NOS ORGANIZAMOS PARA CREAR UNA CIUDAD INTELIGENTE

SITUACIONES DE APRENDIZAJE / ACTIVIDADES

Nos organizamos para dotar de inteligencia al barrio:

1. El trabajo cooperativo:
 - 1.1. Creación de carpeta compartida en el Cloud de Educamadrid
 - 1.2. Reparto de tareas entre los miembros del equipo:
 - Diagrama de Gantt
 - Listado de materiales y herramientas
 - Presupuesto
 - 1.3. Preparación y planificación del trabajo

UNIDAD 3: COMUNICAMOS NUESTRA CIUDAD INTELIGENTE

SITUACIONES DE APRENDIZAJE / ACTIVIDADES

¿Cómo transmitimos y comunicamos la información para dotar de inteligencia al barrio?

1. Comunicación: por cable, inalámbrica, etc.
2. Creación de blog para la difusión del proyecto

UNIDAD 4: REPRESENTACIÓN GRÁFICA

SITUACIONES DE APRENDIZAJE / ACTIVIDADES

Representamos nuestro barrio:

1. Dibujo de vistas del proyecto tecnológico en medios tradicionales e informáticos (LibreCAD)
 - 1.1. Acotación
 - 1.2. Escalas
 - 1.2.1. Dibujo a escala de plano del barrio
 - 1.2.2. Construcción a escala de maqueta del barrio

UNIDAD 5: IMPRIMIMOS EN 3D NUESTRO BARRIO

SITUACIONES DE APRENDIZAJE / ACTIVIDADES

Imprimimos en 3D nuestro barrio:

1. Creación de un objeto para impresión 3D (chasis de coche, semáforo, farola...):

UNIDAD 6: CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS. ELEMENTOS COMPONENTES Y SU FUNCIONAMIENTO. LEYES FUNDAMENTALES.

SITUACIONES DE APRENDIZAJE / ACTIVIDADES

Consumo eléctrico en nuestro barrio:

1. Diferencias entre electricidad y electrónica.
2. Electrónica analógica y digital.
3. Partes de un sistema electrónico.
4. Tabla de componentes electrónicos
5. Corriente continua y corriente alterna.
6. Magnitudes eléctricas de corriente continua: Ley de Ohm
7. Energía y potencia: Ley de Joule.
8. Prácticas en medios tradicionales e informáticos (Crocodile Clips).

UNIDAD 7: CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS. ELEMENTOS PASIVOS.

SITUACIONES DE APRENDIZAJE / ACTIVIDADES

Asociación de componentes eléctricos:

1. Tipos de resistencias
2. Tabla de colores
3. Asociación de resistencias: cálculos eléctricos
 - 3.1. Circuitos en serie
 - 3.2. Circuitos en paralelo
 - 3.3. Circuitos mixtos
4. Condensadores.
5. Bobinas.
6. Resolución de problemas en medios tradicionales y mediante simulaciones en medios informáticos (Crocodile Clips, Circuits...)

UNIDAD 8: CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS. ELEMENTOS ACTIVOS.

SITUACIONES DE APRENDIZAJE / ACTIVIDADES

¿Y si dotamos de inteligencia a las cosas?

1. Elementos activos:
 - 1.1. Diodos.
 - 1.2. Transistores

2. Resolución de problemas en papel y mediante simulaciones de circuitos electrónicos en medios informáticos (Crocodile Clips, Circuits...)

UNIDAD 9: CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS. APLICACIÓN EN PROYECTOS.

SITUACIONES DE APRENDIZAJE / ACTIVIDADES

Iluminamos nuestro barrio:

1. El uso de la placa protoboard
2. Montaje de circuito simulado de farola que se enciende cuando no hay luz: variantes
3. Montaje de circuito físico de farola que se enciende cuando no hay luz: variantes (microlog, placa protoboard...)
4. Montaje de farolas dentro del proyecto de curso
5. Mediciones de circuitos eléctricos y electrónicos con el polímetro.

UNIDAD 10: INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS

SITUACIONES DE APRENDIZAJE / ACTIVIDADES

Automatizamos nuestro barrio:

1. Montaje simulado y/o físico de dispositivos programados (Arduino, Tinkerkit, Mblock, placa protoboard...):
 - Introducción: Parpadeo de leds
 - Sistemas de control en lazo abierto: encendido de leds (farolas) con pulsador.
 - Sistemas de control en lazo cerrado: encendido automático de leds (farolas)
 - Semáforo y modificaciones: pulsador para peatones y coches, barrera, cruce, manejo con IOT.

UNIDAD 11: FUNDAMENTOS DE LA ROBÓTICA

SITUACIONES DE APRENDIZAJE / ACTIVIDADES

Vehículos inteligentes:

1. Simulaciones, montaje y programación de servos (Tinkercad, Mblock...):
 - 1.1. Programación de la posición de un servo de rotación limitada
 - 1.2. Control de giro de un servomotor de rotación continua
2. Simulación, montaje y programación del control de un motor (Tinkercad, puente en H con transistores, circuito Integrado L239D ...).
3. Simulación y programación de coche siguelíneas mediante sensores de presencia (infrarrojos): Tinkercad, Arduino, BQ...
4. Simulación y programación de coche que para al encontrarse una línea negra o barrera mediante sensores: Tinkercad, Arduino, BQ...

UNIDAD 12: COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN DE IDEAS

SITUACIONES DE APRENDIZAJE / ACTIVIDADES

Comunicamos y difundimos nuestro proyecto:

1. Difusión de la información de nuestro proyecto de curso (alojado en el Cloud de educamadrid) a través de un blog o una web sencilla y mediante su presentación en un programa de radio de Fuenlabrada.

4. RESULTADOS

En un primer momento los alumnos realizaron una presentación individual (imagen 1) en la que analizaron su barrio y su ciudad de origen o alguna otra ciudad que destacase por incluir mejoras tecnológicas para hacerla inteligente. Se observaron muy buenos resultados, tanto de participación como de comunicación de los resultados. Los alumnos se sintieron implicados en el proceso al tener que analizar ciudades de su entorno.



Ilustración 1. Presentaciones de alumnos sobre ciudades inteligentes.

Con lo analizado se propusieron mejoras para el barrio donde se ubica el instituto. Las mejoras se recopilaron de forma global para el grupo completo de alumnos, siendo de forma general las siguientes:

Coches: Se propone poner más estaciones de carga eléctrica. En Fuenlabrada solo hay una o dos estaciones. En Wandsworth por ejemplo se cargan los coches en las propias farolas, que comparten su energía para poder recargar los mismos.

Autobuses: Van muy lentos y consumen mucho. Se propone hacerlos eléctricos para que no dañen el medio ambiente.

Trenes: Podrían ir más rápidos si fueran magnéticos y no dañarían el paisaje si fueran colgados.

Iluminación: Se propone cambiar bombillas por leds y que compartan la energía para cargar coches, por ejemplo.

Energía en viviendas: Se propone poner placas solares, incluyendo hoteles.

Semáforos: Se propone instalar sensores que regulen el período de tiempo dependiendo de la actividad generada, como los que ya existen en la calle Leganés en Fuenlabrada. Esto se puede hacer mediante microchips de control en tiempo real que se fijen en el entorno. En Wandsworth además de sensores tienen cámaras de detección. En Barcelona utilizan además GPS.

Pósters de anuncios: Se cambian de forma manual cuando se podrían cambiar de forma digital en un instante.

Seguridad: Existe el Proyecto Fuenlabrada Puerta Digital, para evitar ciberataques. Se proponen además poner cámaras de videovigilancia, policías hackers, programas que detecten malhechores y policías robóticos como en la India.

Participación ciudadana: Existe un portal online de información y consultas.

Casilleros (en lugares públicos como piscinas): Se propone una aplicación en la que con un QR el ciudadano, que está registrado, va recibiendo bonificaciones cuando usa los casilleros de su propia comunidad.

Persianas: Se propone domotizarlas.

Luces: Se propone que a través del teléfono móvil se puedan cambiar de color, apagar y encender, etc.

Armarios: Se propone hacerlos inteligentes para que elijan la ropa.

Hospitales y médicos: Se propone mejorar máquinas de diagnóstico y curación, así como reducir listas de espera mediante robots que hagan los triajes.

Campos de fútbol: Se proponen gradas retractibles con las que se puedan generar diferentes espacios y programas que detecten la entrada de balones. También se propone un programa de contabilización de personas para controlar el aforo.

Limpieza: Se proponen robots que limpien las calles y se parezcan a personas.

Reciclaje: En Fuenlabrada todas las basuras las recoge el camión a una hora. En Madrid central las hay con sensores debajo que detectan cuando hay que recogerlas. En Wandsworth clasifican de forma automática lo que se echa y además da información de la ciudad (basura que se recolecta al día, horas de metro, etc.). En Barcelona tienen un llavero que baja la tasa de basuras en función de los residuos registrados.

Verteros y espacios naturales sin valor ambiental: Se propone aprovecharlos para construir edificios.

Una vez los alumnos tuvieron claro cómo querían mejorar su barrio llegó el momento de la planificación (imagen 2). Hicieron un diagrama de Gantt para planificar tareas y tiempos y un presupuesto para analizar los costes, todo ello de forma colaborativa (imagen 3). Se trabajaron aspectos matemáticos como los porcentajes y aspectos tecnológicos como el uso de hojas de cálculo. Al principio les pareció una tarea complicada, pero rápidamente lo comprendieron y cogieron soltura, además de entender que estaban utilizando el proceso que se usaría normalmente en la industria para desarrollar cualquier proyecto. Para difundir el proyecto que

se estaba haciendo crearon un blog donde se iría colgando todo el trabajo que se fuera generando.



Ilustración 2 (izquierda). Alumnos trabajando en los ordenadores de forma colaborativa.

Ilustración 3 (derecha). Ejemplo de presupuesto de ciudad inteligente.

Para continuar se dibujó el plano del barrio en medios informáticos y se construyeron de forma colaborativa dos maquetas a escala de dicho barrio: una general a escala 1/1000 (imagen 4) y otra más específica para implementar las mejoras a escala 1/40 (imagen 7). De esta manera se vio una mejora en la manera de trabajar estos conceptos, al relacionarlos con su entorno próximo.



Ilustración 4. Maqueta a escala 1/1000 desarrollada por los estudiantes.

Los elementos más pequeños (chasis de coche, semáforo, farola...) se representaron de forma tridimensional en medios informáticos (imagen 5) para imprimirlos posteriormente en 3D (imagen 6), lo que incentivó a los alumnos a mejorar sus diseños, ya que sabían que podían ser imprimidos.

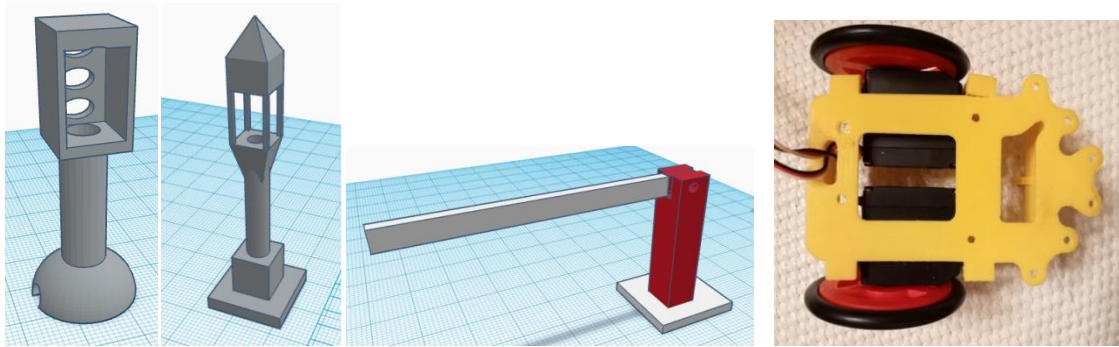


Ilustración 5 (izquierda). Diseños 3D realizados por los alumnos.

Ilustración 6 (derecha). Chasis de coche imprimido en 3D.

Una vez teníamos el soporte físico de todos los elementos llegó el momento de hacerlos funcionar de forma inteligente. Primeramente, se trabajaron de forma teórica los conceptos físicos de electricidad y electrónica, así como el funcionamiento informático de la robótica. Posteriormente, estos conceptos se llevaron a la práctica. Al ser la aplicación tecnológica concreta la mejora de su barrio los alumnos se sintieron implicados, instalando farolas, semáforos, coches, etc., todo ello inteligente, en la maqueta de su barrio (imagen 7).

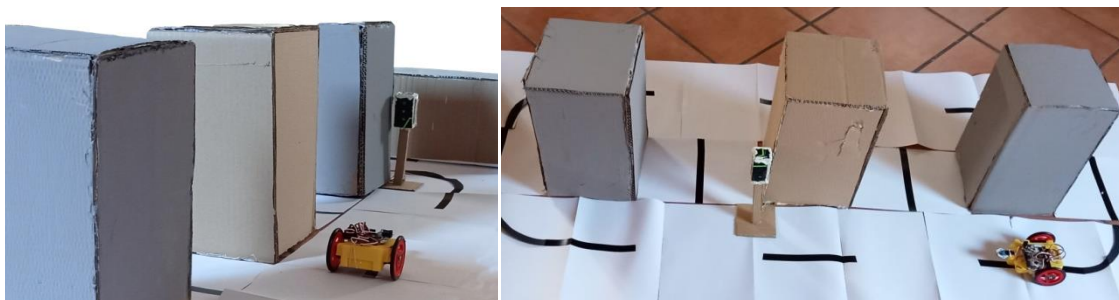


Ilustración 7. Maqueta de ciudad inteligente a escala 1/40.

Para finalizar se analizaron los proyectos para identificar si habían conseguido aquello que se habían propuesto en un principio, las dificultades encontradas, así como el resultado final y propuestas de mejora para futuros procesos tal y como se haría en la industria. En general estuvieron satisfechos con sus trabajos y consideraron de forma positiva el proyecto realizado, a la vez que tomaron conciencia ciudadana al proponer mejoras para su entorno.

5. CONCLUSIÓN

Los estudiantes han aplicado conocimientos interdisciplinares, lo que ha promovido una comprensión más amplia y profunda de cómo las ciencias y la tecnología se entrelazan en la vida real. Han experimentado el aprendizaje práctico, lo que a menudo es más efectivo que la

instrucción teórica, viendo cómo se aplican conceptos académicos (matemáticos y científicos) en situaciones reales. Esto fomenta un aprendizaje significativo.

El proyecto de ciudad inteligente ha promovido la colaboración entre estudiantes, lo que les ayuda a desarrollar habilidades de trabajo en equipo, comunicación y resolución de conflictos. Además, han tenido la oportunidad de idear soluciones innovadoras para problemas urbanos, lo que estimula su creatividad y pensamiento crítico, haciendo a los alumnos más conscientes de los problemas que enfrentan las ciudades modernas, como la congestión del tráfico, la contaminación y la gestión de recursos.

El proyecto de ciudad inteligente también ha mejorado la alfabetización digital y las habilidades tecnológicas de los estudiantes, lo que es esencial en un mundo cada vez más digital. Así mismo, los alumnos han desarrollado una mayor comprensión de la importancia de la participación cívica y cómo las decisiones urbanas afectan a la vida de los ciudadanos.

En resumen, desarrollar un proyecto STEM de ciudad inteligente en secundaria ha proporcionado a los estudiantes una valiosa experiencia de aprendizaje práctico y les ha ayudado a desarrollar una variedad de habilidades y conocimientos interdisciplinarios que son relevantes para la vida cotidiana y futuras oportunidades educativas y profesionales.

6. REFERENCIAS

Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of urban technology*, 18(2), 65-82.

Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., & Pichler-Milanović, N. (2007). Smart cities: Ranking of European medium-sized cities. Final Report.

Hollands, R. G. (2008). Will the real smart city please stand up? *City*, 12(3), 303-320.

LOMCE (2013). Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Recuperado el 12/11/2023 de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-12886>

LOMLOE (2020). Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Recuperado el 12/11/2023 de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2020-17264>

