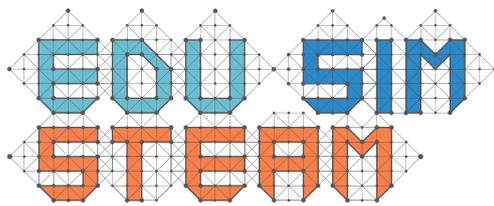




**DIRECTORATE GENERAL FOR
INNOVATION AND EDUCATIONAL
TECHNOLOGIES**



Escenarios de aprendizaje

2021

EDUSIMSTEAM | Erasmus+ KA3 Forward Looking Cooperation Project



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

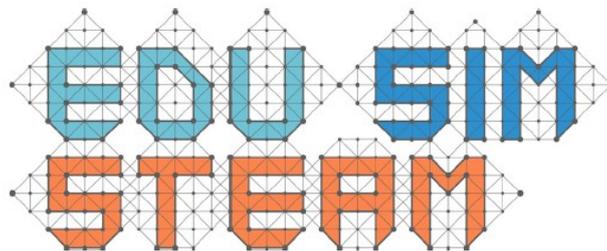
Disclaimer | This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

EDUSIMSTEAM

Escenarios de aprendizaje

Documento 3.1

EDUSIMSTEAM - Escenarios de aprendizaje para centros educativos



Proyecto de cooperación prospectiva Erasmus+ KA3



Cofinanciado por el
programa Erasmus+
de la Unión Europea

Este informe forma parte del proyecto «Fostering STEAM Education in Schools» que ha recibido financiación del programa de cooperación prospectiva de la Comisión Europea bajo el acuerdo de subvención número 612855.

Información sobre el documento

Título	EDUSIMSTEAM - Escenarios de aprendizaje
Versión	Informe
Número de entrega	D.3.1
Paquete de trabajo	PT3
Autores/Organizaciones	Erdinç Çakıroğlu, METU Volkan Şahin, METU Yeliz Tunga, METU Ece Eren Şişman, METU Ayşe Nihan Şatgeldi, METU Elçin Erbasan, METU Anita Juškevičienė, Vilnius University Eduardo Peixoto, CTEM Academy Miguel Gonçalves, CTEM Academy
Editores/Organizaciones	Erdinç Çakıroğlu, METU
Revisión por pares	Can Koyuncu, Robotsan Sümeyye Hatice Eral, MoNE Dr. İpek Saralar-Aras, MoNE Özge Taştan, MoNE Miguel Gonçalves, Academia CTEM
Diseñador gráfico	
Fecha de entrega	12 de julio de 2021
Nivel de difusión	Público

Descargo de responsabilidad

Este proyecto se ha financiado con el apoyo de la Comisión Europea. Esta publicación refleja únicamente la opinión del autor, y la Comisión no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en la misma.

Tabla de contenidos

Tema - El alumbrado público en una ciudad inteligente.....	1
Escenario 1: Detección de un alumbrado público ineficiente.....	3
Escenario 2: Diseño de un poste de luz.....	6
Escenario 3: Ubicación de los postes del alumbrado.....	10
Escenario 4: Diseño de un sistema de aprovechamiento de la luz natural.....	14
Escenario 5: Diseño de un sistema de iluminación con detección de movimiento.....	18
Escenario 6: Ilumina como un egipcio.....	21
Tema - La recogida de residuos en una ciudad inteligente.....	24
Escenario 7: Diseño de un contenedor sin contacto.....	25
Escenario 8: Detección del nivel de llenado actual.....	28
Escenario 9: Control del movimiento del contenedor.....	31
Escenario 10: Optimización del sistema inteligente de control de residuos.....	34
Tema - Misión en Marte.....	37
Escenario 11: Diseño de un rover marciano.....	38
Escenario 12: Recogida de muestras de roca.....	42
Escenario 13: Preparados para Marte.....	47
Diferentes temas para el nivel de primaria.....	50
Escenario 14: Un océano resplandeciente.....	51
Escenario 15: Nuestros amigos los animales.....	54
Escenario 16: Huerto Maravillas.....	57
Tema – La pandemia del Covid-19.....	60
Escenario 17: Desinfectante de manos sin contacto.....	62
Escenario 18: Detección de la distancia.....	65
Escenario 19: Control del estado del aire.....	68
Escenario 20: Control de la temperatura y la humedad en interiores.....	71
Tema - La movilidad en una ciudad inteligente.....	74
Escenario 21: Detección de vehículos en una carretera.....	75
Escenario 22: Crear un semáforo inteligente.....	79

Tema - El alumbrado público en una ciudad inteligente

El ayuntamiento de tu ciudad ha anunciado que los concejales han estado considerando la transformación digital y el desarrollo de las ciudades inteligentes en el pleno municipal. Han decidido por unanimidad pasar a ser una ciudad inteligente. La Dirección de Investigación y

Desarrollo para la Innovación (DIDI), dependiente del Departamento de Desarrollo Estratégico, está buscando formas de ayudar en el proceso de diseño de una ciudad inteligente y remodelar las experiencias urbanas. Consideraron varios informes de investigación sobre la ciudad y realizaron diferentes encuestas para determinar los problemas y las necesidades actuales de los habitantes. Los resultados de las encuestas reflejaron que las preocupaciones de los habitantes están relacionadas principalmente con el alumbrado público, el sistema de transporte, la gestión de residuos, el tráfico y el aparcamiento.

En DIDI han analizado estrategias sostenibles y efectivas para la transformación digital de la ciudad, con el fin de mejorar el medio ambiente y la eficiencia energética. El Plan maestro para una ciudad inteligente (PMCI) se desarrolló teniendo en cuenta el resultado de sus análisis y las necesidades de los residentes.

El primer paso del PMCI consiste en la optimización de las farolas, los sensores y el alumbrado público para que las calles de la ciudad sean más seguras y respetuosas con el medio ambiente y los cielos oscuros. Actualmente, DIDI está colaborando con expertos para mejorar el PMCI con el fin de diseñar el nuevo proceso de iluminación de la ciudad y desarrollar un sistema de alumbrado generalizable, escuchando sus opiniones y experiencias. Los expertos en urbanismo y los funcionarios municipales aportarán las soluciones para el alumbrado público teniendo en cuenta las directrices de las organizaciones internacionales y nacionales para la planificación municipal, así como la normativa para disminuir la contaminación lumínica. En estas directrices se reconoce la política de alumbrado exterior proporcionando revisiones detalladas sobre la normativa técnica, los costes ambientales y económicos y las soluciones de iluminación adaptables a las necesidades futuras.

Aunque la luz eléctrica tiene muchos beneficios, también puede ser un contaminante como los plásticos. Al igual que la contaminación del aire, la tierra y el agua, la contaminación lumínica es un problema medioambiental global que tiene muchos efectos adversos en los seres humanos, el comportamiento de la fauna, el medio ambiente y la observación de los cuerpos celestes. Según la organización International Dark-Sky Association (IDA), la contaminación lumínica, es decir, el uso excesivo o inadecuado de la luz artificial, tiene cuatro componentes:

Deslumbramiento: brillo excesivo que provoca molestias visuales.

Luminiscencia del cielo: brillo del cielo nocturno sobre zonas habitadas.

Intrusión lumínica: luz que cae sobre lugares no previstos o donde no es necesaria.

Desorden: agrupaciones de fuentes lumínicas excesivas, brillantes y que generan confusión.

Al igual que la iluminación de los edificios, los locales comerciales, las vallas publicitarias, las oficinas y las fábricas, las farolas también pueden ser una fuente de contaminación lumínica debido a su ineficacia, a un brillo excesivo, a un apantallamiento y protección no adecuados, a su escasa orientación y, en ocasiones, a que son completamente innecesarias. Por tanto, este uso excesivo de la luz provoca un derroche de electricidad y energía, que tiene importantes repercusiones económicas y medioambientales. Desde IDA se apoyan los sistemas de

iluminación que puedan minimizar los efectos nocivos de la contaminación lumínica, reduciendo la luminiscencia del cielo, el deslumbramiento y la intrusión lumínica, y fomentando que la luz:

- solo se encienda cuando sea necesario;
- ilumine solo la zona que lo necesita;
- no sea más brillante de lo necesario;
- minimice las emisiones de luz azul;
- esté totalmente apantallada (apuntando hacia abajo).

El que haya una buena visibilidad en las carreteras y en las aceras por parte del alumbrado público durante la noche es fundamental tanto para el tráfico como para los peatones. La gente suele pensar que es bueno que haya un exceso de luz en las calles, parques u otras zonas, especialmente por motivos de seguridad, pero en realidad puede ser tan nocivo como una iluminación deficiente. Por tanto, ¿cuánta iluminación sería suficiente? El objetivo principal es relacionar la iluminación con las funciones nocturnas de una zona de interés.

La eficacia y la calidad del alumbrado público dependen de muchos factores y criterios de calidad de la luz, como las fuentes lumínicas, el color y la temperatura de la luz, el rendimiento del color, la distribución de la luz o el deslumbramiento. Por ejemplo, la calidad de la luz puede variar en función de las fuentes lumínicas (lámparas y farolas) utilizadas en las instalaciones del alumbrado público. Las lámparas de sodio de alta presión (SAP), utilizadas frecuentemente en el alumbrado público de las ciudades, emiten una luz de color amarillo anaranjado que da lugar a una baja reproducción cromática. En cambio, los haluros metálicos y los diodos emisores de luz (LED, por sus siglas en inglés) son dos fuentes frecuentes de luz que emiten una luz blanca que reproduce con precisión el color, proporciona una mayor claridad visual y, para la misma visibilidad, consume menos vatios. Los LED pueden ofrecer niveles de luminancia notablemente altos, por lo que los colores de luz amarilla, neutra y blanca azulada (temperaturas de color entre 2500 y 5000 Kelvin) se utilizan generalmente para iluminar la calle en horario nocturno.

La calidad de la luz también se ve afectada por la relación entre la intensidad de la luz y la distancia de la fuente lumínica (cantidad de luz). Por tanto, la ubicación, la altura, el tipo y la potencia influyen en la luminosidad de una calle. Dado que, al alejarse de una fuente, la luz se atenúa, la altura de la luminaria debe ajustarse para una luminosidad y una calidad de luz determinadas. El número de vatios también es un factor importante para conseguir un alumbrado público adecuado.

Escenario 1: Detección de un alumbrado público ineficiente

Descripción: Diseñar un dispositivo que determine las zonas con una iluminación ineficiente.

Tema: El alumbrado público en una ciudad inteligente

Nivel: Colegios e institutos (de 10 a 14 años)

Duración: 2 horas de clase

Situación en la vida real

Teniendo en cuenta los factores que afectan al diseño y al uso de un buen sistema de alumbrado público, en DIDI consideran que el primer paso del PMCI en relación al nuevo proyecto de alumbrado deberían ser las decisiones sobre las zonas con un alumbrado ineficiente (demasiada o poca luz) y determinar qué factores podrían afectar a la cantidad del alumbrado en las calles. Este proceso ayudará a determinar los problemas del alumbrado público y a desarrollar soluciones sostenibles y eficaces para la transformación digital de la ciudad.

Supongamos que eres un miembro del equipo de la oficina de DIDI y que tienes la responsabilidad de convertir tu ciudad en una ciudad inteligente con un nuevo proyecto de iluminación. En tu equipo tendréis varias tareas orientadas hacia el alumbrado público inteligente mediante el desarrollo de un plan de iluminación adaptable y la implementación de vuestra solución para la iluminación en el programa de simulación robótica.

Tarea

En esta actividad, la tarea de cada equipo es la siguiente:

- a. Observar la iluminación de las calles que aparecen en el entorno de la simulación.
- b. Determinar los puntos de iluminación no adecuados mediante el uso de sensores de luz.
- c. Informar de los niveles de luz con valores numéricos. Se pueden comparar los niveles de luz de vuestras calles con los niveles de luz aceptables (información disponible en la parte técnica).
- d. Preparar un informe y presentarlo ante los demás equipos del DIDI.

Información técnica

¿Alguna vez habéis caminado por una calle mal iluminada, demasiado oscura o demasiado luminosa? Para poder caminar por la calle con seguridad y minimizar la contaminación lumínica en el medio ambiente es importante ajustar los niveles de luz adecuadamente. A la hora de diseñar los postes de luz, los especialistas consideran muchos factores, como la altura del poste, la forma de la lámpara, etc. Desde un punto de vista físico, hay varios términos que es necesario conocer para entender la iluminación:

Flujo luminoso: se refiere a la tasa de luz emitida por una fuente luminosa por unidad de tiempo. Su unidad es el *lumen (lm)* y se representa con el símbolo ϕ .

Intensidad luminosa: las fuentes de luz emiten luz en diferentes direcciones y en diferentes cantidades. La intensidad luminosa hace referencia al flujo luminoso, pero en una dirección específica. Su unidad es la *candela (cd)* y se representa con el símbolo I .

Iluminancia: cantidad de luz que llega a una superficie. Este concepto indica si una superficie está iluminada adecuadamente para caminar, montar, conducir, etc. Su unidad es el *lux (lx)* y se representa con el símbolo *E*.

Como puedes comprobar, para diseñar o estudiar un poste de luz, si tiene un nivel de luz apropiado o no, tenemos que considerar la iluminancia. Para calles de densidad media, incluyendo a peatones y ciclistas, la iluminancia debe ser de al menos 7,5 lx. Este valor puede aumentar en función de la densidad de uso de la calle. Por ejemplo, para calles con tráfico intenso, puede ser adecuado un valor de 50 lx.

Competencias previas

- Investigar las condiciones de iluminación exterior adecuadas y apropiadas
- Entender que la luz viaja en trayectorias rectas y en todas las direcciones

Resultados del aprendizaje CTIAM

Ciencia

- Utilizar el flujo luminoso, la luminancia y la iluminancia para explicar la iluminación.
- Determinar la contaminación lumínica.

Tecnología

- Utilizar un sensor de luz.
- Utilizar un módulo de leds o de zumbido.
- Utilizar un módulo de ramificación.
- Crear diagramas de flujo en el entorno de simulación.
- Ejecutar un algoritmo.

Ingeniería

- Realizar diseños de postes y accesorios de alumbrado público.

Artes

- Concienciación sobre la contaminación lumínica.
- Concienciación sobre el consumo de energía.
- Concienciación sobre el medio ambiente.

Matemáticas

- Utilizar relaciones y proporciones.

Desarrollo de la actividad

Se recomienda a los profesores que sigan los siguientes pasos:

- Animar a los alumnos a leer el enunciado atentamente y a realizar una «lluvia de ideas» (*brainstorming*) sobre las condiciones de iluminación en su barrio. Plantearles las siguientes preguntas:
- ¿Alguna vez os habéis fijado en las condiciones de iluminación en las calles? ¿Os encontráis calles en condiciones de iluminación deficientes o excesivas?

- ¿Estas condiciones de iluminación deficientes o excesivas generan algún problema? ¿Qué tipo de problemas pueden originar tanto para los peatones como para los conductores?
- ¿Cuáles son los factores que pueden influir en los niveles de luz?
- Guiar a los alumnos para que monten un sensor que sirva para medir los niveles de luz en diferentes lugares del mapa.
- Pedir a los alumnos que utilicen y determinen las zonas con una iluminación ineficiente en el mapa.
- Pedir a los alumnos que determinen los factores que influyen en el nivel de luz cuando mueven el sensor alrededor de un poste de luz.

Evaluación

Para la evaluación formativa pueden considerarse las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las definiciones de flujo luminoso, luminancia e iluminancia?
- ¿Cuáles son las unidades de estos conceptos?
- ¿Cuáles son las definiciones de estas unidades?
- ¿Cuál es el concepto utilizado para el nivel de luz?

Los alumnos deben completar los siguientes objetivos:

- Desarrollar un sensor que pueda medir la iluminancia de varios puntos del mapa en el entorno de la simulación.
- Redactar y compartir un informe sobre los problemas de iluminación del mapa utilizando la terminología técnica adecuada.

Áreas profesionales relacionadas

Planificación urbana y territorial, ingeniería eléctrica y electrónica, ciencias de la Tierra y del espacio, ingeniería medioambiental

Materiales

El entorno de la simulación incluye un mapa callejero y sensores de luz.

Recursos relacionados

Project for Public Spaces. (2008). Lighting Use & Design. <https://www.pps.org/article/streetlights>.

Römhild, T. (2017). *Dynamic Light Handbook about Interpretation of En 13201*. Unión Europea. Recuperado de <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/Dynamic-Light/04-DL-Handbook-about-interpretation-of-EN-13201.pdf>

Bibliografía

Schreuder, D. (2008). *Outdoor lighting: Physics, vision, and perception*. Springer.

Escenario 2: Diseño de un poste de luz

- Descripción:** Diseñar un poste de alumbrado teniendo en cuenta su altura, el tipo de bombilla, la eficacia luminosa de la bombilla y el ángulo de inclinación del cabezal de alumbrado para un alumbrado adecuado.
- Tema:** El alumbrado público en una ciudad inteligente
- Nivel:** Colegios e institutos (de 10 a 14 años)
- Duración:** 2 horas de clase

Situación en la vida real

Tras la decisión de DIDI de modificar el sistema de alumbrado público para que tenga un diseño inteligente, se observó que los postes de alumbrado existentes estaban anticuados. Por tanto, todos serán sustituidos por otros con un nuevo diseño. A la hora de diseñar nuevos postes para un sistema de iluminación inteligente y eficiente, es necesario tener en cuenta diferentes aspectos, como su altura, el tipo de lámpara, la potencia lumínica de la lámpara y el ángulo de inclinación del cabezal de iluminación.

Uno de los aspectos fundamentales de los postes de alumbrado es la altura. La altura del poste se denomina «altura de montaje» en el ámbito de la iluminación y se define como «la distancia vertical entre la superficie de la calzada y el centro de la fuente de luz aparente de la luminaria». Es decir, la altura de montaje es la elevación del poste con respecto a la superficie de la carretera. La intensidad de la iluminación, la uniformidad del brillo, el área cubierta y el deslumbramiento relativo de la lámpara se ven afectados por la altura del poste. Las lámparas montadas con mayor altura pueden ayudar a distribuir mejor el deslumbramiento. En concreto, pueden proporcionar una mayor uniformidad (luz distribuida de forma homogénea sobre el suelo), una mayor cobertura (iluminar más zonas del suelo hacia arriba) y una reducción del deslumbramiento (disminución de la cantidad de luz reflejada en el suelo). Por otro lado, el aumento de la altura de los postes de alumbrado puede provocar un nivel de iluminación inferior. Dado que el nivel de iluminación de una farola es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia a la misma, si se duplica la distancia, disminuye el nivel de iluminación a una cuarta parte de su valor original. Además, se elige una altura para el poste mayor que la anchura de la carretera. Para calles con alta densidad de tráfico, la altura del poste puede ser de 10-12 metros, y para las calles con baja densidad de tráfico, de 6-8 metros.

Los otros aspectos fundamentales en el proceso de diseño de los postes son el tipo de bombillas utilizadas y la eficacia luminosa de las mismas. Las bombillas incandescentes tradicionales no se utilizan mucho en el alumbrado público debido a su bajo flujo luminoso y su corta vida útil. En general, los tres tipos de bombillas de descarga de alta intensidad (HID) que se utilizan en la mayoría del alumbrado público/viario en las últimas décadas son: las bombillas de vapor de sodio de alta presión (HPS), las de haluro metálico (MH) y las de vapor de mercurio

(MV). Además, el uso de los diodos emisores de luz (LED) se ha vuelto más habitual en el alumbrado público, ya que son más asequibles y tienen una mayor eficiencia energética.

Otro aspecto que debe tenerse en el diseño de postes para el alumbrado público es el ángulo de inclinación del cabezal de alumbrado. El ángulo de inclinación puede definirse como el ángulo entre el brazo del poste y el suelo. Con un cabezal más inclinado, se distribuye la luz en más zonas de la carretera. Con un cabezal menos inclinado, la luz cubre la zona situada delante del poste. Dependiendo del ángulo de inclinación, los peatones y los conductores se pueden ver expuestos a una luz intensa y a deslumbramiento.

Tarea

Al diseñar un poste de iluminación, la tarea de cada equipo es la siguiente:

- Decidir una altura adecuada para los postes.
- Decidir el tipo de bombilla adecuado en función de su eficacia luminosa.
- Decidir el ángulo de inclinación del cabezal adecuado para una correcta iluminación.
- Tomar decisiones basadas en las mediciones de los sensores de luz. Observar y medir las diferentes opciones y registrarlas antes de tomar una decisión. Determinar el diseño del poste de iluminación optimizando todos sus componentes.
- Escribir y compartir un informe defendiendo las decisiones tomadas.

Información técnica

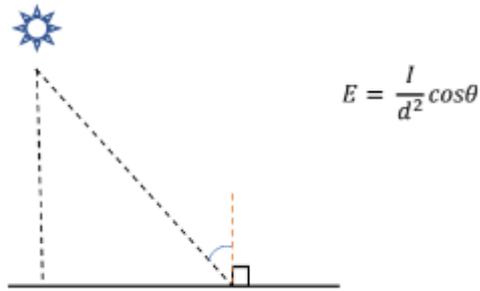
Eficacia luminosa: la eficacia de una fuente de luz depende de la cantidad de energía que necesita la fuente y de la cantidad de luz que produce. En las cajas de bombillas aparece información sobre los vatios y los lúmenes de cada una.

Por ejemplo, mientras que una bombilla LED de 7 W tiene 850 lm, otra bombilla LED con la misma potencia tiene 1200 lm de flujo luminoso. De forma aproximada, la primera tiene 121 lm/W, y la segunda 92 lm/W. Esto significa que, para una misma potencia, la primera bombilla LED da más luz. En la Tabla 2 se muestran ejemplos de la eficiencia de diferentes bombillas.

Tabla 1. Comparación de bombillas

	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Eficacia luminosa (lm/W)
LED	27	2500	92,6
Fluorescente	36	2500	69,4
Incandescente	40	415	10,4

La iluminancia depende de tres factores: la intensidad de la fuente de luz (I), la distancia entre la luz y la superficie (d) y el ángulo de la superficie (θ). Matemáticamente, su relación se expresa con la fórmula:



Competencias previas

- Explicar la iluminancia.
- Explicar los factores que afectan a la iluminancia.

Resultados del aprendizaje CTIAM

Ciencia

- Determinar la iluminancia para minimizar la contaminación lumínica relacionada con el diseño de las farolas.
- Determina la iluminancia teniendo en cuenta la intensidad de la fuente de luz, la distancia entre la luz y la superficie y el ángulo de la superficie.

Tecnología

- Utilizar un sensor de luz.
- Utilizar componentes de postes de alumbrado ya creados.
- Utilizar el entorno de simulación.
- Registrar y analizar los datos mediante un programa de hojas de cálculo.

Ingeniería

- Utilizar procesos de diseño y tomar decisiones basadas en las mediciones de los sensores de luz.

Artes

- Tomar decisiones sobre la elección de los componentes de los postes de alumbrado.
- Conocer el proceso de diseño de los postes de alumbrado.

Matemáticas

- Resolver problemas relacionados con relaciones y proporciones.

Desarrollo de la actividad

Se recomienda a los profesores que sigan los siguientes pasos:

- Animar a los alumnos a leer el enunciado atentamente y a realizar una «lluvia de ideas» (*brainstorming*) sobre el diseño de los postes de alumbrado de su barrio.

Plantearles las siguientes preguntas:

- ¿Alguna vez os habéis fijado en el diseño de los postes de alumbrado?

- ¿Cómo pueden diseñar los postes los ingenieros y los diseñadores industriales?
- ¿Qué factores pueden influir en los diseños de los postes de alumbrado?
- ¿Los postes se ubican de forma similar en todas las calles?
- Guiar a los alumnos para que realicen ensayos sobre los diferentes aspectos de los postes, es decir, la altura, el tipo de lámpara, la eficacia luminosa de la bombilla y el ángulo de inclinación del cabezal de iluminación en el entorno de la simulación.
- Guiar a los alumnos para que analicen sus ensayos y la situación actual de los diferentes aspectos/variables. Pedir a los alumnos que registren y tabulen los datos.
- Pedir a los alumnos que desarrollen ideas sobre la optimización de las variables y el diseño más adecuado para sus postes de iluminación.
- Animar a los alumnos a compartir sus estrategias y a redactar un informe para defender sus estrategias y conclusiones sobre el diseño de los postes.

Evaluación

Para la evaluación formativa pueden considerarse las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los aspectos de los postes de alumbrado que influyen en su diseño?
- ¿Cuáles son los factores que influyen en la iluminancia?

Los alumnos deben completar los siguientes objetivos:

- Optimizar los aspectos del poste de iluminación teniendo en cuenta el consumo de energía, la eficiencia y los costes.
- Decidir un diseño razonable y defendible para el poste.

Áreas profesionales relacionadas

Diseño industrial, planificación urbana y territorial, ingeniería eléctrica y electrónica, ingeniería medioambiental

Materiales

Componentes de los postes de alumbrado en el entorno de la simulación.

Recursos y referencias relacionadas

Austrian Energy Agency. (2017). *LED Street Lighting: Procurement & Design Guidelines*.

Recuperado de

<https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5b6d1cf07&appId=PPGMS>

Energex and Ergon Energy. *Public Lighting Design Manual*. Recuperado de

https://www.ergon.com.au/__data/assets/pdf_file/0005/216950/Public-lighting-design-manual.pdf

International Institute for Energy Conservation (IIEC). (2015). *Energy Efficiency Guidelines for Street Lighting in the Pacific*. Recuperado de

http://prdrse4all.spc.int/system/files/energy_efficiency_guidelines_for_street_lighting_in_the_pacific.pdf

The University of Iowa. (n.d.). *Statewide Urban Design and Specifications (SUDAS)*. Statewide Urban Design and Specifications (SUDAS) | RIO Iowa Project.
<https://rio.urban.uiowa.edu/smart-planning-toolbox/statewide-urban-design-and-specifications-sudas>.

Escenario 3: Ubicación de los postes del alumbrado

Descripción: Ubicar los postes de alumbrado de acuerdo con el espaciado necesario para una iluminación adecuada.

Tema: El alumbrado público en una ciudad inteligente

Nivel: Colegios e institutos (de 10 a 14 años)

Duración: 2 horas de clase

Situación en la vida real

Para colocar los nuevos postes de alumbrado y conseguir un sistema de iluminación eficiente y bien diseñado, en DIDI han decidido tener en cuenta diferentes criterios. Algunos de ellos son la distancia entre postes de alumbrado sucesivos, la base del poste de alumbrado, el tipo de bombilla utilizada y su eficacia luminosa, la capacidad peatonal, la densidad media de tráfico, la estructura de la calle, los edificios que la rodean y las consideraciones de seguridad.

La distancia entre postes sucesivos, es decir, la posición relativa de dos postes de alumbrado, se denomina «espaciado» en el ámbito del alumbrado y se mide a lo largo del eje de la calzada. El posicionamiento de los postes de alumbrado asegura que el entorno tenga suficiente iluminación. Sin embargo, unos mayores niveles de iluminación en la calle pueden afectar negativamente a la visibilidad, debido a un mayor deslumbramiento, y puede causar contaminación lumínica, debido al exceso de iluminación en las zonas de intersección. Por otra parte, si se colocan los postes unos alejados de los otros, algunas zonas para peatones y conductores tendrán menos iluminación.

Existen diferentes modos de ubicación para los postes de alumbrado: (i) unilateral, (ii) bilateral pareada, (iii) bilateral tresbolillo y (iv) central o axial (Figura 1).

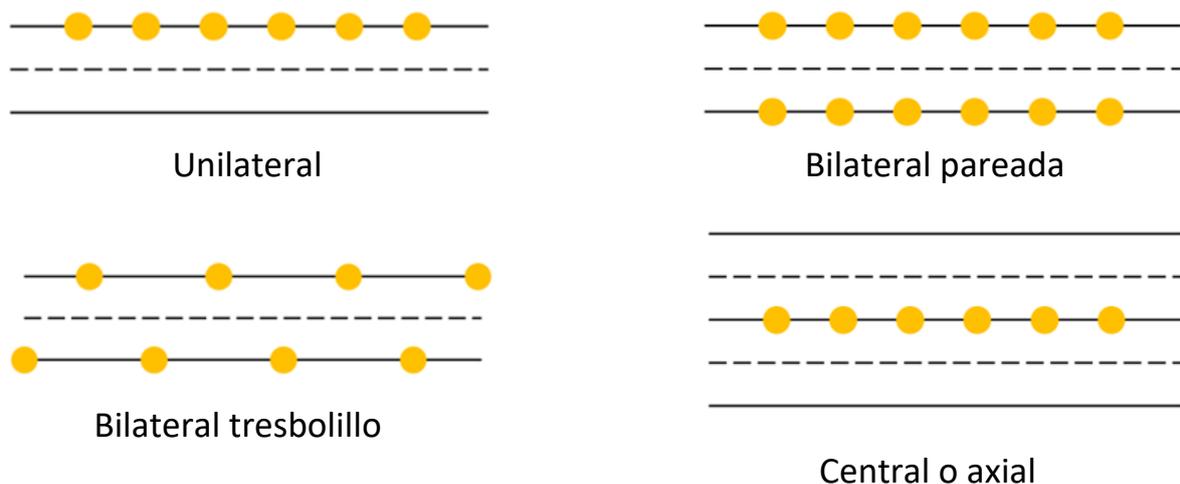


Figura 1. Tipos de distribución de postes de alumbrado

Generalmente, la colocación unilateral se utiliza en calles con baja densidad de tráfico y una anchura inferior a 12 metros. Sin embargo, en calles más anchas y concurridas, los postes se colocan a ambos lados de la calzada. Incluso puede haber un tercer lado para los postes de alumbrado en el centro de la calzada. Además, las esquinas, los cruces y los tramos curvos requieren consideraciones adicionales a la hora de ubicar los postes.

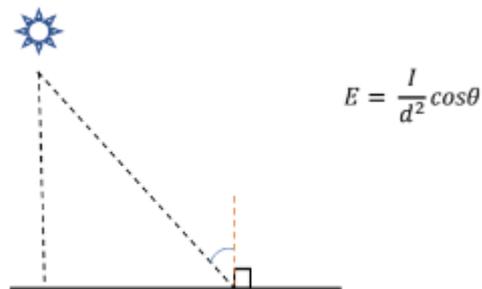
Tarea

La tarea de cada equipo es la siguiente:

- Decidir la distancia adecuada entre postes sucesivos teniendo en cuenta la eficiencia energética, la minimización de la contaminación lumínica y la seguridad. Tomar decisiones en base a las mediciones de los sensores de luz. Observar y medir las diferentes opciones y anotarlas antes de tomar una decisión.
- Escribir y compartir un informe defendiendo las decisiones tomadas.

Información técnica

La iluminancia depende de tres factores: la intensidad de la fuente de luz (I), la distancia entre la luz y la superficie (d) y el ángulo de la superficie (θ). Matemáticamente, su relación se expresa con la fórmula:



Es decir, si aumenta la altura de montaje de los postes, la iluminancia disminuye. Si aumenta la distancia entre postes sucesivos, la iluminancia disminuye.

Competencias previas

- Conocimiento básico de la iluminancia.
- Conocimiento básico de los factores que afectan a la iluminancia.
- Habilidades básicas en el uso del entorno de simulación.

Resultados del aprendizaje CTIAM:

Ciencia

- Determinar la iluminancia para minimizar la contaminación lumínica debida a la distancia entre los postes de alumbrado.

Tecnología

- Utilizar un sensor de luz.

- Utilizar el entorno de simulación.
- Registrar y analizar los datos mediante un programa de hojas de cálculo.

Ingeniería

- Realizar diseños de colocación de los postes de alumbrado para una adecuada iluminación de las calles.

Artes

- Tomar decisiones sobre la ubicación de los postes.
- Compartir la estrategia de colocación de los postes.
- Concienciación sobre la contaminación lumínica.
- Concienciación sobre el consumo de energía.

Matemáticas

- Utilizar las propiedades de los ángulos y los círculos.
- Resolver problemas relacionados con ángulos y círculos.

Desarrollo de la actividad

Se recomienda a los profesores que sigan los siguientes pasos:

- Animar a los alumnos a leer el enunciado atentamente y a realizar una «lluvia de ideas» (*brainstorming*) sobre la colocación de los postes de alumbrado en su barrio. Plantearles las siguientes preguntas:
 - ¿Alguna vez os habéis fijado en cómo están ubicados los postes del alumbrado?
 - ¿Cómo pueden decidir dónde ubicar los postes los técnicos e ingenieros?
 - ¿Qué factores influyen en las decisiones de los ingenieros con respecto a la colocación de los postes?
 - ¿Los postes se ubican de forma similar en todas las calles?
- En este escenario, los alumnos utilizarán postes de alumbrado previamente diseñados en el entorno de la simulación. Pedir a los alumnos que desarrollen ideas sobre la colocación de los postes en esquinas, cruces y tramos curvos de las carreteras, intentando iluminar estas zonas.
- Animar a los alumnos a medir sus ensayos, registrar los datos y tratar de idear reglas para colocar los postes de alumbrado en las calles.
- Pedir a los alumnos que compartan sus estrategias y que redacten un informe explicando sus reglas de colocación y defendiendo las estrategias utilizadas.

Evaluación

Las siguientes preguntas pueden considerarse para la evaluación formativa.

- ¿Cuál debería ser la distancia entre postes de alumbrado sucesivos? Explica tu razonamiento.
- ¿Cuáles son los factores que afectan al espaciado (la distancia entre postes de alumbrado sucesivos)?
- ¿Por dónde se empieza a colocar los postes en el mapa dado?

- ¿Cómo se colocan los postes en las esquinas, los cruces y los tramos curvos de las carreteras?

Los alumnos deben completar los siguientes objetivos:

- Desarrollar una estrategia para la colocación de los postes de alumbrado.
- Compartir su razonamiento y el plan ideado.

Áreas profesionales relacionadas

Planificación urbana y territorial, ingeniería eléctrica y electrónica, ingeniería medioambiental

Materiales

Postes de iluminación prediseñados en el entorno de simulación.

Un mapa callejero en el entorno de simulación.

Recursos y referencias relacionadas

International Institute for Energy Conservation (IIEC). (2015). *Energy Efficiency Guidelines for Street Lighting in the Pacific*. Recuperado de http://prdrse4all.spc.int/system/files/energy_efficiency_guidelines_for_street_lighting_in_the_pacific.pdf

The City of Calgary. (2016). *Design Guidelines for Street Lighting*. Recuperado de <https://www.calgary.ca/content/dam/www/transportation/roads/documents/traffic/traffic-signals-and-streetlights/design-guidelines-for-street-lighting.pdf>

The University of Iowa. *Statewide Urban Design and Specifications (SUDAS)*. Statewide Urban Design and Specifications (SUDAS) | RIO Iowa Project. <https://rio.urban.uiowa.edu/smart-planning-toolbox/statewide-urban-design-and-specifications-sudas>.

Escenario 4: Diseño de un sistema de aprovechamiento de la luz natural

- Descripción:** Diseñar un sistema de iluminación que se encienda automáticamente por la noche.
- Tema:** El alumbrado público en una ciudad inteligente
- Nivel:** Colegios e institutos (de 10 a 14 años)
- Duración:** 2 horas de clase

Situación en la vida real

Por cuestiones de concienciación medioambiental, en las ciudades inteligentes se utilizan sistemas de ahorro de energía. En DIDI tienen la intención de reducir el consumo de energía del alumbrado y han decidido construir un sistema de aprovechamiento de la luz diurna. Estos sistemas aprovechan la luz natural disponible para reducir el consumo y se basan en encender o atenuar el alumbrado eléctrico según la disponibilidad de luz natural. El uso de un sistema de este tipo en el alumbrado público puede suponer un importante ahorro en los costes de la electricidad. Además, este sistema es más cómodo que los sistemas de iluminación tradicionales, ya que no es necesario encender o atenuar las luces manualmente, sino que están totalmente automatizados.

En los sistemas de aprovechamiento de la luz natural se utilizan sensores de luz para medir la iluminación natural disponible en el entorno. Basándose en los datos de estos sensores, el sistema decide automáticamente encender, apagar o atenuar la luz.

Tarea

Diseña, junto tu equipo, un sistema de iluminación con aprovechamiento de la luz natural para las calles de la ciudad. El sistema que diseñaréis deberá:

- activar la iluminación cuando el nivel de luz diurna no sea suficiente para circular con seguridad por las calles, es decir, por la noche;
- atenuar el nivel de iluminación cuando sea necesario.

En la Tabla 1 se indican los porcentajes de iluminación correspondientes a las horas del día. El porcentaje de iluminación debe ser del 100 % en cada hora y, en base a esto, será necesario determinar el nivel de iluminación del poste. Recuerda que el sistema de iluminación antiguo enciende la luz (al 100 %) entre las 20:00 y las 6:00 h.

Tabla 1. Niveles de iluminación diarios

Hora	Porcentaje de iluminación
19:00	100 %
20:00	80 %
21:00	40 %
22:00	20 %
23:00	0 %
00:00	0 %
01:00	0 %
02:00	0 %
03:00	20 %
04:00	40 %
05:00	80 %
06:00	100 %

Nota. Las horas y los porcentajes de iluminación varían en función de la ubicación y la estación.

Información técnica

Una «declaración *if-then*», también conocida como declaración condicional, contiene una hipótesis y una conclusión. Una declaración condicional sería: «*Si ocurre esto, entonces ocurrirá aquello*». La hipótesis de la declaración condicional es la primera parte y comienza con «*si*» (*if*). La segunda parte comienza con «*entonces*» (*then*), que es la conclusión. La conclusión es el resultado de una hipótesis.

Competencias previas

- Conocimiento básico sobre ahorro de energía.
- Conocer los factores que pueden influir en el ahorro de energía.
- Utilizar el entorno de simulación y los sensores.

Resultados del aprendizaje CTIAM:

Ciencia

- Comprender la eficiencia energética mediante el sistema de aprovechamiento de la luz natural.

Tecnología

- Utilizar un sensor de luz.
- Utilizar un led.
- Utilizar un módulo de ramificación.
- Crear diagramas de flujo en el entorno de simulación.
- Desarrollar y ejecutar un algoritmo.

Ingeniería

- Diseñar un sistema de aprovechamiento de la luz natural.

Artes

- Tomar decisiones sobre la iluminación.
- Concienciación sobre el consumo de energía.
- Concienciación sobre el medio ambiente.

Matemáticas

- Utilizar declaraciones lógicas condicionales (declaración *if-then*/condicional).
- Calcular el aumento y la disminución por porcentajes

Desarrollo de la actividad

Se recomienda a los profesores que sigan los siguientes pasos:

- Animar a los alumnos a leer el enunciado atentamente y a realizar una «lluvia de ideas» (*brainstorming*) sobre posibles soluciones. Las preguntas que hay que tener en cuenta para conocer las ideas de los alumnos pueden exponerse de la siguiente manera:
 - ¿Alguna vez habéis visto un sistema de iluminación con aprovechamiento de la luz natural? Además de en las calles de la ciudad, ¿dónde se pueden utilizar?
 - ¿Cómo se puede desarrollar un algoritmo para diseñar un sistema de iluminación con aprovechamiento de la luz natural? ¿Qué estructura de programación y qué *hardware* deberían utilizarse? (declaración *if-then* / declaración condicional)
- Guiar a los alumnos para que creen sus algoritmos utilizando diagramas de flujo en el entorno de simulación. En esta fase, los puntos importantes que deben considerarse son:
- Utilizar sensores de luz para determinar el nivel de iluminación y decidir si es necesario encender o atenuar el nivel de iluminación.
- Escribir un algoritmo que decida: aumentar el nivel de luz, si el nivel de iluminación está por debajo del 25 %, y atenuar el nivel de luz, en caso contrario.
- Después del desarrollo de un algoritmo, deben considerarse los siguientes puntos:
- Ejecutar el algoritmo.
- Observar si el código funciona o no correctamente. Si no funciona, volver al módulo del diagrama de flujo en el entorno de simulación para revisarlo y volver a ejecutarlo.
- Pedir a los alumnos que compartan los algoritmos desarrollados.

Evaluación

Para la evaluación formativa pueden considerarse las siguientes preguntas:

- ¿Cuál debería ser el horario de activación de los postes de alumbrado? Explica tu razonamiento.
- ¿Cuáles son los factores que influyen en el sistema de aprovechamiento de la luz natural?
- ¿Cómo funciona la declaración «*if-then*» en el entorno de la simulación?

Los alumnos deben completar los siguientes objetivos:

- Desarrollar una estrategia para el diseño de un sistema de iluminación con aprovechamiento de la luz natural.
- Compartir su razonamiento y el plan ideado.

Áreas profesionales relacionadas

Planificación urbana y territorial, ingeniería eléctrica y electrónica, ciencias de la Tierra y del espacio, ingeniería medioambiental

Materiales

Un plano callejero en el entorno de simulación.

Sensores de luz.

Recursos relacionados

Daylight Harvesting for Commercial Buildings Guide for 2019 Building Energy Efficiency Standards. California Lighting Technology Center. (2021, April 13).
<https://cltc.ucdavis.edu/publication/daylight-harvesting-commercial-buildings-guide-2019-building-energy-efficiency-standards>.

Bibliografía

Papamichael, K. (2017). Adaptive Lighting for Energy-Efficient Comfort and Wellbeing. SID Symposium Digest of Technical Papers.

Escenario 5: Diseño de un sistema de iluminación con detección de movimiento

- Descripción:** Diseñar un sistema de iluminación que se encienda automáticamente cuando se detecte movimiento.
- Tema:** El alumbrado público en una ciudad inteligente
- Nivel:** Colegios e institutos (de 10 a 14 años)
- Duración:** 2 horas de clase

Situación en la vida real

Por cuestiones de concienciación con el medio ambiente, las ciudades inteligentes suelen utilizar sistemas de ahorro de energía. En DIDI quieren mejorar el sistema de alumbrado reduciendo el consumo de energía y que, de esta forma, sea más compatible con el medio ambiente. Por ello, han decidido mejorar el sistema añadiendo una característica más. El sistema de aprovechamiento de la luz natural utilizado actualmente ha funcionado bien para reducir el consumo de energía, pero todavía puede mejorarse. En los sistemas de iluminación con aprovechamiento de la luz natural, se enciende o se atenúa el alumbrado en función de la disponibilidad de la luz del día, sin embargo, esta característica no es suficiente para controlar la contaminación lumínica y el ahorro de energía. Es evidente que el hecho de que las farolas permanezcan encendidas toda la noche provoca contaminación lumínica y un consumo de energía innecesario.

Con la ayuda de un sistema de iluminación por detección de movimiento, las farolas podrían encenderse cuando alguien camina por la calle y de esta forma se puede preservar la oscuridad nocturna. Los sistemas de iluminación con detección de movimiento parten de un principio de funcionamiento sencillo. Se encienden las luces cuando se detecta un movimiento y para ello se utilizan sensores.

Tarea

Diseña, junto con tu equipo, un sistema de iluminación con detección de movimiento para las calles de la ciudad. El sistema debe:

- encender las luces cuando se detecta movimiento y mantenerlas encendidas durante un tiempo razonable;
- atenuar las luces cuando no haya movimiento alrededor.

Para los alumnos avanzados, estos sistemas pueden combinarse con un sistema de aprovechamiento de la luz natural.

Información técnica

Una «declaración *if-then*», también conocida como declaración condicional, contiene una hipótesis y una conclusión. Una declaración condicional sería: «*Si ocurre esto, entonces ocurrirá aquello*». La hipótesis de la declaración condicional es la primera parte y comienza con «*si*» (*if*). La segunda parte comienza con «*entonces*» (*then*), que es la conclusión. La conclusión es el resultado de una hipótesis.

Competencias previas

- Explicar el ahorro de energía.
- Explicar los factores que influyen en el ahorro de energía.
- Utilizar el entorno de simulación y los sensores.

Resultados del aprendizaje CTIAM

Ciencia

- Debatir sobre la importancia de un uso económico de los sistemas de iluminación.
- Explicar el sistema de iluminación con detección de movimiento.
- Entender cómo funcionan los sensores de detección de movimiento.
- Explicar la contaminación lumínica.

Tecnología

- Utilizar un sensor de detección de movimiento.
- Utilizar un led.
- Utilizar un módulo de ramificación.
- Crear diagramas de flujo en el entorno de simulación.
- Ejecutar el algoritmo.

Ingeniería

- Realizar diseños para un sistema de iluminación con detección de movimiento.

Artes

- Concienciación sobre el consumo de energía.
- Concienciación sobre el medio ambiente.

Matemáticas

- Utilizar la lógica matemática (declaración *if-then*).

Desarrollo de la actividad

Se recomienda a los profesores que sigan los siguientes pasos:

- Animar a los alumnos a leer el enunciado atentamente y a realizar una «lluvia de ideas» (*brainstorming*) sobre posibles soluciones. A continuación, se enumeran preguntas que se pueden tener en cuenta para conocer las ideas de los alumnos:
 - ¿Alguna vez habéis visto un sistema de iluminación con detección de movimiento? Además de en las calles de la ciudad, ¿dónde se puede utilizar?

- ¿Cómo se puede desarrollar un algoritmo para diseñar un sistema de iluminación con detección de movimiento? ¿Qué estructura de programación y qué *hardware* deberían utilizarse? (declaración *if-then* / declaración condicional)
- Guiar a los alumnos para que abran el entorno de simulación y creen su algoritmo utilizando diagramas de flujo. En esta fase, los puntos importantes que deben considerarse son:
 - Utilizar sensores de detección de movimiento para determinar si se produce o no un movimiento y decidir si es necesario encender o atenuar el nivel de iluminación.
 - Escribir un algoritmo que, en el caso de que haya movimiento alrededor del poste, encienda una luz y la mantenga durante 2 minutos.
 - Guardar el diagrama de flujo.
 - El último paso es en el entorno de simulación. Guiar a los alumnos para que abran el programa de simulación e importen el entorno proporcionado, que contiene el entorno de la calle descrita en el enunciado y su diagrama de flujo para ejecutar la simulación. En esta fase, los puntos importantes que deben considerarse son:
 - Importar el diagrama de flujo que contiene el algoritmo.
 - Ejecutar el código.
 - Observar si el código funciona correctamente o no.

Evaluación

Para la evaluación formativa pueden considerarse las siguientes preguntas:

- ¿Cuál debería ser el horario de activación de los postes de alumbrado? Explica tu razonamiento.
- ¿Cuáles son los factores que influyen en el sistema de iluminación con detección de movimiento?
- ¿Qué significa el concepto de ahorro de energía? Explícalo con tus palabras.
- ¿Por qué es importante el ahorro de energía? Explica tu razonamiento.
- ¿Cuáles son tus estrategias para el ahorro de energía?
- ¿Cómo funciona la declaración «*if-then*» en el entorno de la simulación?

Los alumnos deben completar los siguientes objetivos:

- Desarrollar una estrategia para diseñar un sistema de iluminación con detección de movimiento.
- Desarrollar una estrategia para el ahorro de energía.
- Compartir su razonamiento y el plan ideado.

Áreas profesionales relacionadas

Planificación urbana y territorial, ingeniería eléctrica y electrónica, ciencias de la Tierra y del espacio, ingeniería medioambiental

Materiales

- El mapa callejero
- Sensores de detección de movimiento

Escenario 6: Ilumina como un egipcio

Descripción: Manipular espejos para conducir la luz a zonas oscuras.

Tema: El alumbrado público en una ciudad inteligente

Nivel: K-2

Duración: 15 - 20 minutos
(dentro de la duración del tiempo de atención correspondiente al grupo de edad en cada caso)

Situación en la vida real

¡En el municipio de Smart City necesitan tu ayuda! Los concejales han estado considerando cómo mejorar la ciudad y, teniendo en cuenta sus análisis y las necesidades de los habitantes, desarrollaron el Plan Maestro para una Ciudad Inteligente (PMCI). ¿Alguna vez has caminado por una calle mal iluminada, demasiado oscura o con más luz de la que necesitas para ver el entorno? En la ciudad se quieren utilizar espejos por la noche para aportar luz a las zonas oscuras.

Los antiguos egipcios aplicaban algunos usos científicos que tienen los espejos: redirigían la luz del sol hacia el interior de las pirámides para aportar luz a los trabajadores de las tumbas.

Tarea

Utilizar espejos para iluminar las zonas oscuras.

Competencias previas

Capacidad para utilizar el entorno de simulación.

Resultados del aprendizaje CTIAM:

Ciencia

- Debatir sobre la importancia de un uso económico de los sistemas de iluminación.
- Explicar cómo se refleja la luz en los espejos.
- Analizar lo que ocurre cuando se bloquea una fuente de luz. Analizar las sombras.
- Determinar cómo cambia las sombras de los objetos el ángulo de la luz.

Tecnología

- Utilizar el entorno de simulación.

Ingeniería

- Diseñar los espejos y la colocación de los mismos.

Artes

- Concienciación sobre cómo se refleja la luz en las superficies.
- Observar las sombras.
- Manipular la luz y las sombras mediante la utilización de espejos.

Matemáticas

- Explicar la geometría de la reflexión.

Desarrollo de la actividad

Se recomienda a los profesores que guíen a los alumnos en los siguientes pasos:

- Colocar los espejos para que la luz llegue a una de las zonas oscuras.
- Observar las sombras y cómo varían en función del ángulo de la luz (se alargan o se acortan y también se vuelven más intensas o desaparecen por completo).
- Hacer que el haz de luz rodee los obstáculos para alcanzar las zonas oscuras del mapa.
- Asegurarse de que la luz es lo suficientemente fuerte como para activar la señal acústica del zumbador.

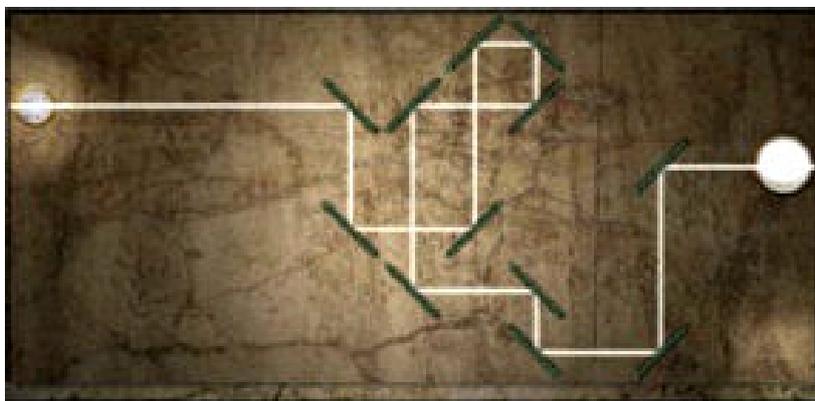


Figura. Un ejemplo del uso de los espejos.

Evaluación

- Los profesores pueden trasladar la experiencia a la vida real en el aula, utilizando espejos y replicando los experimentos.
- Preparar superficies transparentes, semitransparentes, mates y reflectantes y dejar que los niños experimenten y debatan sobre qué superficies reflejan la luz y cuáles no.

Para la evaluación formativa pueden considerarse las siguientes preguntas:

- ¿Qué ocurre cuando se bloquea la luz (fuente)?
- ¿Qué ocurre con las sombras cuando se cambia la ubicación de la luz?
- ¿Qué hay que hacer para que se active el zumbador (sensor de luz + módulo zumbador)?
- ¿Cómo podemos hacer que llegue la luz a este rincón oscuro del aula?

Áreas profesionales relacionadas

Planificación urbana y territorial, ingeniería eléctrica y electrónica, ingeniería de software, ingeniería medioambiental

Materiales

- El entorno de simulación
- Sensores de luz
- El módulo zumbador

Recursos relacionados

Brooklyn Museum. *Mirror: Egyptian, Classical, Ancient Near Eastern Art*.
<https://www.brooklynmuseum.org/opencollection/objects/4068>.

Museum, T. T. o. t. B. (2016, November 09). Ancient Egyptian Mirror. *World History Encyclopaedia*. Recuperado de <https://www.worldhistory.org/image/6036/ancient-egyptian-mirror/>

Bibliografía

Mayesky, M. (2011). *Creative activities for young children*. Nelson Education.

Worth, K., & S. Grollman. (2003). *Worms, shadows, and whirlpools: Science in the early childhood classroom*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Tema - La recogida de residuos en una ciudad inteligente

Uno de los pasos principales del Plan Maestro para una Ciudad Inteligente es renovar y mejorar el sistema de gestión de residuos. El objetivo es hacer que sea más eficiente y productivo con el avance de la tecnología. Teniendo en cuenta los millones de toneladas de residuos que se generan a diario y su influencia negativa en el medio ambiente, una buena gestión es fundamental para controlar, recoger, utilizar, procesar, transportar y eliminar los residuos de forma económica y eficaz. En este contexto, el ayuntamiento ha decidido que quiere empezar a diseñar y utilizar una estrategia para una recogida de residuos inteligente. Para ello, han estado trabajando con expertos con el objetivo de idear una estrategia teniendo en cuenta las características de la zona (p. ej., la densidad de población o los tipos de edificios), la frecuencia de recogida y las opiniones de los habitantes sobre los métodos existentes que puedan mejorar sus condiciones de vida y contribuyan a la sostenibilidad medioambiental.

En tu barrio se han colocado siete contenedores de basura en lugares públicos y delante de viviendas. Entre los residuos de estos contenedores se suelen encontrar materiales sólidos o líquidos, orgánicos o inorgánicos, procedentes de actividades domésticas y de edificios residenciales y no residenciales. Según los funcionarios municipales, la recogida de residuos en esta zona suele realizarse al menos dos veces por semana. Sin embargo, los contenedores se llenan en exceso debido al aumento de la población y de los residuos cada día. Un sistema de gestión de residuos inadecuado supone un riesgo grave para la salud y desencadena la propagación de enfermedades infecciosas, además de contaminar el entorno. Si el contenedor no se ha limpiado durante mucho tiempo, se origina una rápida descomposición de los residuos y desechos de alimentos, y esta combinación de materia orgánica produce gases tóxicos como el metano (gas de efecto invernadero). Por otra parte, en algunas zonas donde la densidad de población es baja, la recogida de residuos no es necesaria con tanta frecuencia como en la otra parte del distrito.

Por tanto, en el municipio se gasta una cantidad importante de dinero con el sistema antiguo de recogida de residuos. Además, otro problema es el control regular de los contenedores, debido a su ubicación o a la dificultad para acceder a los mismos. El objetivo principal es recoger los residuos a tiempo y de una forma económica, minimizando el coste de la recogida y manteniendo el ahorro de energía. Para alcanzar este objetivo, en el municipio quieren implementar un sistema de gestión de residuos que emita alertas previas cuando los contenedores estén llenos y avise al centro municipal correspondiente para que limpie el contenedor en el momento adecuado y se eviten así los problemas sanitarios y medioambientales.

Escenario 7: Diseño de un contenedor sin contacto

Descripción: Crear un contenedor de residuos sin contacto que cumpla con unos requisitos concretos de diseño y estética.

Tema: La recogida de residuos en una ciudad inteligente

Nivel: Colegios e institutos (de 10 a 14 años)

Duración: 2 horas de clase

Situación en la vida real

El primer paso para la implantación de un nuevo sistema de recogida de residuos es diseñar un contenedor para las zonas públicas. El diseño propuesto para los contenedores debe funcionar de forma eficaz para el público y recoger materiales sólidos (e incluso líquidos) orgánicos o inorgánicos para mantener un entorno limpio de manera inteligente. El aspecto y el diseño del contenedor es importante para un servicio de calidad. Un diseño ineficaz, como un tamaño demasiado pequeño o que acumulen el agua de la lluvia, puede causar grandes problemas y reducir la eficiencia en la recogida de residuos. Además, el diseño es importante para captar la atención de los habitantes, concienciarlos para que manipulen los residuos correctamente y cambiar el comportamiento de la gente hacia el reciclaje. Además, el diseño de las aberturas del contenedor debe ser funcional para proteger los residuos de los insectos, la lluvia o la nieve. Por tanto, puede ser interesante que las tapas de los contenedores se abran y se cierren automáticamente.

El ayuntamiento tiene previsto poner a prueba un diseño preliminar de contenedor durante uno o dos meses. A la hora de diseñarlo, se requiere maximizar la calidad en cuanto a la utilidad, las exigencias y las necesidades de los usuarios, así como las características prácticas, funcionales y estéticas del contenedor. De esta forma, los nuevos contenedores deben ser higiénicos, cómodos y estéticos, deben proteger los residuos, ser seguros para las condiciones de salud y seguridad de las personas y, además, ser fácilmente manejables por el público y los empleados de los servicios de gestión de residuos.

Tarea

Debes diseñar, junto con tu equipo, un contenedor que tenga las siguientes características estéticas y de diseño.

- Decidir sobre las propiedades físicas de los contenedores en cuanto a:
 - *Capacidad* (volumen, tamaño o dimensiones de almacenamiento [altura, longitud y anchura] necesarios para el contenedor). Explica tu razonamiento.

- *Forma* (cualquier forma geométrica disponible en el entorno de simulación, minimizar el espacio del suelo respetando la altura de los usuarios y las restricciones del servicio de bomberos)
- *Material de construcción* (el plástico es el material más común, pero también puede ser de aluminio, metal, acero inoxidable, etc., en función de las restricciones y condiciones de la ubicación [interior o exterior] y la prevención de reacciones con el medio)
- *Aspecto* (color adecuado para la visión nocturna, pinturas, diseño, lenguaje)
- Desarrollar un algoritmo que abra la tapa del contenedor automáticamente cuando alguien se aproxime.

Competencias previas

Utilización básica de los sensores y del entorno de simulación.

Resultados del aprendizaje CTIAM

Ciencia

- Explicar la importancia para la sostenibilidad medioambiental de una adecuada recogida de residuos.
- Explicar los cambios químicos que se producen en los contenedores.

Tecnología

- Utilizar un sensor de distancia.
- Crear diagramas de flujo en el entorno de simulación.
- Crear y ejecutar un algoritmo en el entorno de simulación.

Ingeniería

- Diseñar un contenedor que abra la tapa automáticamente cuando alguien se acerque.

Artes

- Concienciación sobre la importancia de la gestión de residuos en las ciudades.
- Utilizar habilidades artísticas para el diseño de un contenedor.

Matemáticas

- Definir las dimensiones de la altura, la longitud y la altura de un contenedor.
- Calcular el volumen de un sólido geométrico

Desarrollo de la actividad

Se recomienda a los profesores que sigan los siguientes pasos:

- Animar a los alumnos a leer el enunciado con atención y a realizar una «lluvia de ideas» (*brainstorming*) sobre las posibles soluciones. A continuación, se enumeran preguntas que se pueden tener en cuenta para conocer las ideas de los alumnos:

- ¿Alguna vez habéis utilizado un cubo de basura sin contacto? Por ejemplo, ¿un cubo con pedal? ¿Cuáles son las ventajas y los inconvenientes del uso de un cubo sin contacto?
 - ¿Cómo podemos mejorar el diseño de los contenedores mediante el uso de la tecnología? ¿Qué sensores pueden utilizarse para este diseño?
- En primer lugar, los alumnos deben decidir las propiedades físicas de los contenedores utilizando las opciones alternativas que se ofrecen en el entorno de simulación.
 - Después de que hayan diseñado un contenedor, guiar a los alumnos en el entorno de simulación para escribir un algoritmo que lea las entradas de los sensores de distancia y abra la tapa del contenedor.
 - Los alumnos deben realizar la simulación ejecutando el código y observar si funciona correctamente o no. Si no funciona, volver a revisarlo y volver a ejecutarlo.
 - Animar a los alumnos a compartir su razonamiento y la estrategia de la solución ideada.

Evaluación

Para la evaluación formativa pueden considerarse las siguientes preguntas:

- ¿Qué parámetros serían importantes para el diseño adecuado de un contenedor para uso exterior? ¿Por qué?
- ¿Por qué es importante la capacidad de un contenedor?
- ¿Por qué es importante la forma de un contenedor?
- ¿Por qué es importante el material de construcción de un contenedor?

Los alumnos deben completar los siguientes objetivos:

- Diseñar un contenedor basándose en las variables y los parámetros prácticos y estéticos especificados.
- Desarrollar cubo de basura sin contacto cuya tapa se abra automáticamente cuando alguien se acerque.
- Compartir con los demás el diseño de cada equipo de forma clara y eficaz.

Áreas profesionales relacionadas

Ingeniería eléctrica y electrónica, ingeniería ambiental, ingeniería química.

Materiales

Mapa callejero, sensores de distancia.

Bibliografía

Burguillos, J. D., & Caldoná, E. B. (2020). Design and development of a novel waste container from HDPE-layered bins. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, 32(1), 85-90. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2018.06.002>

Keramitsoglou, K., & Tsagarakis, K. (2018). Public Participation in Designing the Recycling Bins to Encourage Recycling. *Sustainability*, 10(4), 1240. <https://doi.org/10.3390/su10041240>

Escenario 8: Detección del nivel de llenado actual

Descripción: Diseñar un cubo de basura inteligente que mida el nivel de residuos y que avise si este alcanza el umbral límite.

Tema: La recogida de residuos en una ciudad inteligente

Nivel: Colegios e institutos (de 10 a 14 años)

Duración: 2 horas de clase

Situación en la vida real

Los contenedores antiguos no controlan el nivel de llenado de residuos. Una recogida demasiado tardía puede desencadenar el desbordamiento de los contenedores, vuelcos por sobrecarga, incendios, emisiones y, como consecuencia, problemas sanitarios y medioambientales. Además, las recogidas tardías también suponen un coste adicional para los municipios, ya que el desbordamiento de los contenedores conlleva gastos adicionales de recogida y limpieza de los alrededores. Por otra parte, las recogidas con demasiada antelación implican un coste adicional de recursos y mano de obra. Por tanto, es fundamental una recogida a tiempo para evitar estos problemas sanitarios, económicos y medioambientales.

Debido a estos posibles problemas en la recogida y el uso de contenedores en el sistema antiguo, el ayuntamiento ha decidido desarrollar un sistema que evite los problemas relacionados con el nivel de llenado. Quieren colocar sensores en el interior de los contenedores para medir el nivel de los residuos y que se notifique si alcanza el umbral límite. Con este sistema de control, se podrán optimizar los horarios de recogida de residuos y, en consecuencia, ahorrar dinero, tiempo y recursos.

Tarea

Diseñarás, junto con tu equipo, un cubo de basura que:

- mida el nivel de llenado; y,
- si el nivel de llenado supera un determinado umbral, se emitirá una notificación (p. ej., un sonido o una luz LED).

Competencias previas

Utilización básica de sensores y conocimientos de programación en el entorno de simulación.

Resultados del aprendizaje CTIAM

Ciencia

- Explicar los problemas sanitarios y medioambientales relacionados con los residuos.

Tecnología

- Utilizar un sensor ultrasónico.
- Utilizar un módulo de leds o de zumbido.
- Utilizar un módulo de ramificación.
- Utilizar un módulo de motor.
- Crear y ejecutar un algoritmo en el entorno de simulación.

Ingeniería

- Diseñar un sistema de control para comprobar si el nivel de llenado está por encima del valor umbral.

Artes

- Concienciación sobre la importancia de la gestión de los residuos en las ciudades.
- Explicar la influencia de los residuos en el medio ambiente, la sanidad y la economía.

Matemáticas

- Utilización de desigualdades en los algoritmos.

Desarrollo de la actividad

Se recomienda a los profesores que sigan los siguientes pasos:

- Animar a los alumnos a leer el enunciado con atención y a realizar una «lluvia de ideas» (*brainstorming*) sobre las posibles soluciones. A continuación, se enumeran preguntas que se pueden tener en cuenta para conocer las ideas de los alumnos:
 - ¿Alguna vez habéis notado que huelen mal los cubos de basura o que vierten líquidos tóxicos? ¿A qué se debe? ¿Qué efectos podría tener?
 - ¿Alguna vez habéis visto los camiones de basura pasar por tu barrio? ¿Cómo planean la ruta? ¿Cuándo recogen los residuos? Si los residuos se recogen demasiado tarde, ¿qué cosas pueden pasar? ¿Y si se recogen demasiado pronto?
 - ¿Cómo se puede desarrollar un algoritmo para medir el nivel de residuos dentro del contenedor?
 - ¿Cómo se puede desarrollar ese algoritmo para que emita un aviso cuando el nivel de residuos en el contenedor (nivel de llenado) alcance el 75 %?
- Guiar a los alumnos para que creen un contenedor de este tipo. Tienen que escribir un algoritmo para que se emita una notificación cuando el nivel de llenado alcance un límite determinado (p. ej., el 75 %).
- Esta actividad puede ser una buena ocasión para plantearles a los alumnos la repetición de las tareas realizadas en los pasos anteriores. Con ello se pueden introducir las iteraciones o estructuras de bucle.
- Pedir a los alumnos que compartan su razonamiento y su estrategia de resolución.

Evaluación

Para la evaluación formativa pueden considerarse las siguientes preguntas:

- ¿Por qué es importante el nivel de llenado de un contenedor?
- ¿Qué parámetros utilizarías para un sistema de alerta? Explica detalladamente tu razonamiento.

Los alumnos deben completar los siguientes objetivos:

- Desarrollar un sistema de control del nivel de llenado de un contenedor.
- Desarrollar un sistema de alerta para un solo contenedor.
- Compartir con los demás el plan y el modelo diseñado de forma clara y eficaz.

Áreas profesionales relacionadas

Ingeniería eléctrica y electrónica, ingeniería ambiental, ingeniería química.

Materiales

El entorno de simulación y sus módulos.

Bibliografía

Dhinagar, P., Vijey, A., & Ram, S. (2018). Smart garbage bin. *International Journal of Advanced Research, Ideas, and Innovations in Technology*, 4(5), 693-695.

Escenario 9: Control del movimiento del contenedor

Descripción: Diseñar un contenedor inteligente que monitorice su desplazamiento y que emita un aviso al detectar cualquier movimiento.

Tema: La recogida de residuos en una ciudad inteligente

Nivel: Colegios e institutos (de 10 a 14 años)

Duración: 2 horas de clase

Situación en la vida real

Para hacer frente a los problemas medioambientales derivados de la ineficiencia de la recogida y eliminación de residuos, el primer paso del nuevo sistema será dotar de inteligencia a los contenedores y cubos de basura situados en lugares públicos. Además del sistema de control que muestra el nivel de llenado y los cambios de temperatura, se puede dotar al contenedor inteligente de la capacidad de detectar cualquier movimiento. Puede darse el caso de que el cubo o el contenedor se caiga debido a actos vandálicos, la actividad de animales, accidentes o el viento. Esto puede originar problemas ambientales y de salud y accidentes en la vía pública.

Con el fin de preservar el número de cubos y contenedores, así como su ubicación en un lugar determinado, el ayuntamiento plantea que se controle la variación de la posición y ubicación de los contenedores. Mediante sensores de inclinación y aceleración, es posible detectar cuándo se ha movido o volcado el contenedor.

Tarea

Diseñarás, junto con tu equipo, un cubo de basura inteligente capaz de:

- detectar cualquier movimiento, tanto horizontal como vertical;
- emitir una alarma o notificación si detecta el movimiento o si el cubo se ha caído.

Información técnica

Los **acelerómetros** son los instrumentos que miden las fuerzas de aceleración sobre un objeto. La aceleración es la tasa de variación de la velocidad de un objeto. Las fuerzas de aceleración pueden ser estáticas, como la fuerza constante de la gravedad, o dinámicas, que hacen que el acelerómetro se mueva o vibre. Los acelerómetros miden en unidades de *metros por segundo al cuadrado* (m/s^2) o en fuerzas G (g). La fuerza G promedio en la Tierra equivale a $9,8 m/s^2$, pero este valor es diferente en otros planetas. Los acelerómetros sirven para detectar las vibraciones en los sistemas o para aplicaciones de orientación y pueden medir la aceleración en uno, dos o tres ejes. Pueden ofrecer salidas analógicas o digitales. Los acelerómetros analógicos emiten una tensión continua que es proporcional a la aceleración. Por ejemplo, 2,5 V para 0 g, 2,6 V para 0,5 g, 2,7 V para 1 g. Los acelerómetros digitales suelen utilizar la modulación por ancho de pulsos (PWM) para su salida. Esto significa que habrá una onda cuadrada con una

frecuencia concreta y la cantidad de tiempo en que el voltaje es alto será proporcional a la cantidad de aceleración.

Competencias previas

Utilización básica de sensores y conocimientos básicos de programación.

Resultados del aprendizaje CTIAM

Ciencia

- Explicar la importancia de una adecuada recogida de residuos para la sostenibilidad medioambiental.
- Explicar el concepto de movimiento.
- Explica los conceptos de desplazamiento, distancia, velocidad y aceleración.
- Explica las fuerzas gravitacionales.

Tecnología

- Utilizar el sensor de inclinación o el acelerómetro.
- Desarrollar y ejecutar un algoritmo.

Ingeniería

- Utilizar los procesos de diseño de ingeniería para crear un contenedor inteligente que controle su movimiento.

Artes

- Concienciación sobre la importancia de la gestión de los residuos en las ciudades.
- Explicar la influencia de los residuos en el medio ambiente, la sanidad y la economía.

Matemáticas

- Describir el sistema de coordenadas cartesianas.
- Determinar la posición de cualquier punto mediante sus coordenadas cartesianas.

Desarrollo de la actividad

Se recomienda a los profesores que sigan los siguientes pasos:

- Animar a los alumnos a leer el enunciado de la tarea y a realizar una «lluvia de ideas» (*brainstorming*) sobre las posibles soluciones. A continuación, se enumeran preguntas que se pueden tener en cuenta para conocer las ideas de los alumnos:
 - ¿Alguna vez habéis visto contenedores o cubos de basura volcados y la basura esparcida en los alrededores o en la carretera? ¿A qué puede deberse este problema? ¿Cuáles pueden ser las consecuencias?
 - ¿Cómo se puede detectar el movimiento del cubo?
 - ¿Cómo se puede desarrollar un algoritmo para detectar y notificar la caída o el movimiento del cubo o contenedor?

- Guiar a los alumnos para que escriban un algoritmo que controle el movimiento del contenedor y emita una notificación cuando se mueva (p. ej., un sonido, un mensaje o una luz LED).
- Esta actividad puede ser adecuada para explicarles a los alumnos los algoritmos con bucles o iteraciones. Se recomienda abordar este tema si es necesario.
- Animar a que los alumnos compartan sus estrategias de resolución.

Evaluación

Las siguientes preguntas pueden considerarse para la evaluación formativa:

- ¿Es imprescindible controlar el movimiento de cubo o contenedor de basura? ¿Por qué? ¿O por qué no?
- ¿Cómo puede detectarse el movimiento de cubo?
- ¿Qué parámetros utilizarías para un sistema de alerta? Explica detalladamente tu razonamiento.

Los alumnos deben completar los siguientes objetivos:

- Desarrollar un cubo o contenedor con un sistema de detección de movimiento.
- Presentar el dispositivo de cada equipo a los demás de forma clara y eficaz, explicando el razonamiento de las decisiones tomadas.

Áreas profesionales relacionadas

Ingeniería eléctrica y electrónica, ingeniería ambiental, ingeniería química

Materiales

Entorno de simulación y acelerómetros.

Lecturas relacionadas

Singh T., Mahajan R., & Bagai D. (2016). Smart Waste Management using Wireless Sensor Network, *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, 4(6), págs. 10343–10347.

Bibliografía

Ecube Labs. (4 de junio de 2018). Fullness Monitoring for Waste: How Do the Technologies Compare? <https://www.ecubelabs.com/fullness-monitoring-for-waste-how-do-the-technologies-compare/>.

OMEGA Engineering. (2021). *Accelerometer: Introduction to Accelerometers*. <https://www.omega.co.uk/prodinfo/accelerometers.html>.

Papalambrou, A., Karadimas, D., Gialelis, J., & Voyiatzis, A. G. (septiembre, 2015). A versatile scalable smart waste-bin system based on resource-limited embedded devices. *2015 IEEE 20th Conference on Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA)* (págs. 1-8). IEEE.

- SparkFun Electronics. (2021). *Accelerometer Basics*.
<https://learn.sparkfun.com/tutorials/accelerometer-basics/all>.
- WasteHero. (2020). Smart Waste Management Driven by IoT. <https://www.wastehero.io/en/>.
- Zhao, Y., Yao, S., Li, S., Hu, S., Shao, H., & Abdelzaher, T. F. (2017). VibeBin: A vibration-based waste bin level detection system. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, 1(3), 1-22.
<https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3132027>

Escenario 10: Optimización del sistema inteligente de control de residuos

Descripción: Diseñar un sistema que controle el nivel de llenado, la temperatura y el movimiento de los cubos de basura en una calle determinada y que programe las recogidas de residuos.

Tema: La recogida de residuos en una ciudad inteligente

Nivel: Colegios e institutos (de 10 a 14 años)

Duración: 2 horas de clase

Situación en la vida real

Los responsables de la ciudad ya han dotado a los cubos de basura de las características necesarias para desarrollar un sistema de recogida inteligente que haga que los procesos de gestión de residuos sean seguros, económicos y respetuosos con el medio ambiente. En concreto, se han incluido tres características innovadoras en el sistema. La primera es una función que controla el movimiento de los contenedores para evitar el riesgo de caídas o desplazamientos por actos vandálicos, la actividad de animales o el viento. La segunda es una función que permite comprobar el nivel de llenado y avisa cuando los cubos o contenedores están completos. La tercera función ha sido diseñada para controlar la temperatura de los cubos y avisar si esta supera un umbral.

Aunque estos tres sistemas independientes han funcionado de forma eficaz, no son lo suficientemente inteligentes para gestionar la recogida de residuos. Los funcionarios del centro de recogida de residuos notan que cada vez lleva más tiempo y resulta más incómodo. Por este motivo, como paso final hacia un sistema inteligente de gestión de residuos, el ayuntamiento ha decidido crear un sistema integral que reúna las tres características de los contenedores en una sola función.

Tarea

Desarrolla, junto con tu equipo, un algoritmo capaz de:

- supervisar todos los contenedores del barrio (utiliza el mapa del entorno de simulación);
- leer las entradas de las tres características (nivel de llenado, temperatura y movimiento) de todos los contenedores para ayudar a optimizar la recogida de residuos;
- decidir cuándo emitir una señal de alarma o notificación (p. ej., un sonido o una luz led) para que se preste atención a los contenedores.

Competencias previas

Conocimientos básicos de programación.

Resultados del aprendizaje CTIAM

Ciencia

- Explicar los problemas sanitarios y medioambientales relacionados con los residuos.

Tecnología

- Crear y ejecutar un algoritmo en el que se utilicen estructuras de bucle y expresiones booleanas.

Ingeniería

- Diseñar un sistema para controlar tres sistemas de gestión de residuos que funcionen de forma independiente.
- Explicar la importancia de un diseño de software fácil de usar.

Artes

- Concienciación sobre la importancia de la gestión de los residuos en las ciudades.
- Explicar la influencia de los residuos en el medio ambiente, la sanidad y la economía.

Matemáticas

- Utilizar desigualdades y operaciones lógicas para tomar decisiones en la resolución de problemas.
- Recoger y analizar datos.

Desarrollo de la actividad

Se recomienda a los profesores que sigan los siguientes pasos:

- Animar a los alumnos a leer el enunciado de la tarea y a realizar una «lluvia de ideas» (*brainstorming*) sobre las posibles soluciones. A continuación, se enumeran preguntas que se pueden tener en cuenta para conocer las ideas de los alumnos:
 - ¿Cómo se puede desarrollar un algoritmo para controlar simultáneamente las entradas procedentes de tres sistemas de trabajo independientes? ¿Qué estructura de programación podría utilizarse?
 - ¿Alguna vez habéis oído hablar del diseño de software *user-friendly* o fácil de usar?
 - ¿Alguna vez habéis utilizado expresiones booleanas? ¿Podrías poner un ejemplo de una expresión booleana?
 - ¿Alguna vez habéis utilizado la estructura o declaración *if-then*? ¿Cómo se puede aplicar a esta situación?
 - ¿Alguna vez habéis utilizado la estructura de bucle o iteración? ¿Cómo se puede aplicar a esta situación, teniendo en cuenta que hay más de un contenedor en el barrio?

- Guiar a los alumnos para que escriban un algoritmo que lea las entradas de los sensores de cada contenedor y notifique cuándo necesitan ser atendidos.
- Pedir a los alumnos compartan sus estrategias de resolución y su razonamiento.

Evaluación

Para la evaluación formativa pueden considerarse las siguientes preguntas:

- ¿Qué estructuras de programación pueden utilizarse para tareas repetitivas?
- ¿Qué estructuras de programación pueden utilizarse cuando hay más de una condición *if*?
- ¿Podrías poner un ejemplo de un sistema que no tenga una interfaz *user-friendly* o fácil de usar?

Los alumnos deben completar los siguientes objetivos:

- Desarrollar un sistema de monitorización utilizando la lógica booleana y las estructuras de bucle.
- Compartir el algoritmo desarrollado de forma clara y eficaz.

Áreas profesionales relacionadas

Desarrollo de software, científico de datos, ingeniería medioambiental.

Materiales

El entorno de simulación.

Bibliografía

Durrani, A. M. F., Rehman, A. U., Farooq, A., Meo, J. A., & Sadiq, M. T. (2019, February). An automated waste control management system (AWCMS) by using Arduino. *2019 International Conference on Engineering and Emerging Technologies (ICEET)* (págs. 1-6). IEEE.

Tema - Misión en Marte

Los científicos llevan muchos años intentando descubrir y aclarar si existe vida en otros planetas. Tras sus investigaciones, muchos han llegado a un consenso sobre la exploración de Marte, el planeta rojo, para responder a sus preguntas fundamentales sobre la vida más allá de la Tierra. Detrás de este consenso sobre la exploración de Marte hay varias razones científicas, económicas y tecnológicas. Marte es un planeta interesante para su exploración, ya que es bastante similar a la Tierra. Se tienen conocimientos y datos relacionados con su cartografía y se puede llegar a él en casi seis meses. Según la Agencia Espacial Europea (ESA) existen razones científicas para ello, como (i) la búsqueda de vida, (ii) la comprensión de su superficie y la evolución del planeta, y (iii) la preparación para una futura exploración humana.

Además, las exploraciones científicas han determinado que, aunque en la actualidad, Marte es seco, frío y tiene una atmósfera delgada, anteriormente, tenía características completamente opuestas; es decir, era acuoso, cálido y con una atmósfera más gruesa. Los científicos sostienen que Marte era habitable en el pasado, por lo que están interesados en su investigación.

Escenario 11: Diseño de un rover marciano

Descripción: Diseñar un rover marciano que pueda navegar de forma autónoma en la superficie de Marte.

Tema: Misión en Marte

Nivel: Colegios e institutos (de 10 a 14 años)

Duración: 2 horas de clase

Situación en la vida real

A lo largo de los años, los científicos han diseñado y utilizado diferentes tipos de naves espaciales con distintos fines para explorar el planeta rojo. Por ejemplo, los orbitadores han sacado fotos alrededor de Marte y los aterrizadores han aportado información y fotografías importantes desde sus zonas de aterrizaje. Por otro lado, se han diseñado rovers con ruedas que se desplazan sin dificultad a diferentes zonas de la superficie de Marte para obtener información sobre las diferentes partes del planeta y estudiar los distintos tipos de rocas y sustancias químicas presentes. Para la exploración de Marte, la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) hasta ahora ha enviado cinco rovers: Sojourner, Spirit y Opportunity, Curiosity y Perseverance.

El objetivo de la misión en Marte es conocer la evolución geológica marciana y obtener información científica sobre las imágenes en color, la composición, las propiedades químicas y las propiedades magnéticas de las rocas y otros materiales del planeta rojo. Para ello se utiliza el rover marciano, un vehículo espacial diseñado especialmente para explorar la superficie marciana y recoger muestras. El rover debe ser capaz de navegar por la superficie de Marte de forma autónoma. Aunque tampoco es sencillo. Por las misiones anteriores a Marte se sabe que el planeta tiene una superficie rugosa con varias rocas, zanjas y cráteres. Por lo tanto, el rover necesita un sistema sofisticado de navegación que detecte y evite terrenos peligrosos como rocas grandes, zanjas o dunas.



Mars Rover

Tarea

Supongamos que vas a trabajar como miembro del equipo de ingeniería del programa Misión en Marte para diseñar un rover para esta misión. Tienes la responsabilidad de desarrollar un sistema de navegación autónomo y mantener el rover estable con funciones de detección y evitación de obstáculos.

Tu tarea consiste en crear un algoritmo que le permita detectar rocas al rover a una distancia de unos 80 centímetros y evitarlas girando el rover 45 grados.

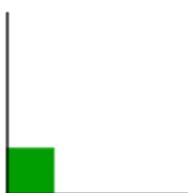
Información técnica

Cuando se mueve un vehículo, puede avanzar/retroceder o girar a la derecha/izquierda. El movimiento del vehículo depende de un mecanismo de las ruedas y el volante que funcionan en base a ángulos. En geometría, un ángulo puede definirse como el espacio creado entre dos haces conectados en un punto común. Los ángulos se miden en grados y se representan con el símbolo $^{\circ}$. El número de grados indica lo abierto o cerrado que es el ángulo.

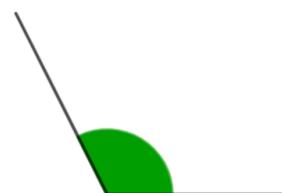
Un ángulo cuya medida es mayor que 0° pero menor que 90° se llama ángulo agudo. Un ángulo de 90° se llama ángulo recto. Un ángulo mayor que 90° pero menor que 180° se llama ángulo obtuso. Un ángulo de 180° se llama ángulo plano. Un ángulo mayor de 180° pero menor que 360° se llama ángulo cóncavo. Un ángulo cuya medida es de 360° se denomina ángulo completo.



Ángulo agudo
Entre 0 y 90 grados



Ángulo recto
90 grados



Ángulo obtuso
Entre 90 y 180 grados



Ángulo plano
180 grados



Ángulo cóncavo
Entre 180 y 360 grados



Ángulo completo
360 grados

Tipos de ángulos

Competencias previas

Uso básico de sensores y habilidades de programación.

Resultados del aprendizaje CTIAM:

Ciencia

- Explicar la relación entre los avances tecnológicos y la investigación en ciencia espacial.

Ingeniería

- Utilizar el proceso de diseño de ingeniería para desarrollar un algoritmo.

Tecnología

- Utilizar un detector de obstáculos.
- Utilizar algoritmos de decisión/ramificación.
- Crear y ejecutar un algoritmo.
- Entender el funcionamiento de los sensores de obstáculos.

Artes

- Preparar el material sobre la misión en Marte para compartir (vídeo/presentación/cartel/papel)

Matemáticas

- Resolver problemas relacionados con los ángulos
- Resolver problemas relacionados con los círculos

Desarrollo de la actividad

Se recomienda a los profesores que sigan los siguientes pasos:

- Animar a los alumnos a leer el enunciado del problema y a realizar una «lluvia de ideas» (*brainstorming*) sobre las posibles soluciones. A continuación, se enumeran preguntas que se pueden tener en cuenta para conocer las ideas de los alumnos:
 - Reflexionad y dialogad sobre cómo navegar con el rover por una superficie marciana áspera sin volcar. ¿Qué sensores se pueden utilizar para salir de esta situación?
 - ¿Cómo funcionan los sensores de obstáculos? ¿Podrías poner un ejemplo de la vida cotidiana (p. ej., robots de limpieza) en el que utilizéis sensores de obstáculos?
 - Debatid sobre cuántos sensores son necesarios para conducir en estas superficies con seguridad y dónde deben ubicarse.
- Guiar a los alumnos para que abran el entorno de simulación y creen sus propios algoritmos utilizando diagramas de flujo. En esta fase, los puntos importantes que deben considerarse son:
 - Utilizar el módulo de motor para desplazar el rover por la superficie.
 - Utilizar los sensores de obstáculos para determinar la posición de los mismos.

- Escribir un algoritmo que, si la distancia entre el obstáculo y el rover es inferior a 5 metros, gire el rover 45 grados en otra dirección.
- El último paso en el simulador es ejecutar los algoritmos. En esta fase, los alumnos deben realizar la simulación ejecutando el código y observar si funciona correctamente o no. Si no funciona, volver a revisarlo y volver a ejecutarlo.
- Escribir un informe que indique en qué puntos hay un obstáculo y en cuáles no.

Evaluación

Los alumnos deben completar los siguientes objetivos:

- Desarrollar un algoritmo que pueda detectar obstáculos.
- En caso de obstáculo, los algoritmos hacen girar el rover unos 45 grados hacia otra dirección.

Áreas profesionales relacionadas

Ciencias de la Tierra y del espacio, geología, astronomía.

Materiales

El entorno de simulación y un mapa de la superficie de Marte.

Recursos y referencias relacionadas

Bybee, R. W. (1998). Bridging Science and Technology. *The Science Teacher*. 38-42. http://people.uncw.edu/kubaskod/SEC_406_506/Classes/Class_4_TechnoLiteracy/Bridging_Science_Technology.pdf

Lumen. (2021). *The Geology of Mars*. Earthlike Planets: Venus and Mars. <https://courses.lumenlearning.com/astronomy/chapter/the-geology-of-mars/>.

NASA. (12 de septiembre de 2019). *Mars Curiosity Rover: Goals*. Mars Exploration Program. <https://mars.nasa.gov/msl/mission/science/goals/>.

NASA. (11 de septiembre de 2020). *Mars Curiosity Rover: Summary*. Mars Exploration Program. <https://mars.nasa.gov/msl/spacecraft/rover/summary/>.

NASA. (25 de febrero de 2021). *Student Project: Explore Rocks Using Core Sampling*. Jet Propulsion Laboratory. <https://www.jpl.nasa.gov/edu/learn/project/explore-rocks-using-core-sampling/>.

La Agencia Espacial Europea. (2021). *Why go to Mars?* https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/Why_go_to_Mars.

Escenario 12: Recogida de muestras de roca

Descripción: Diseñar un dispositivo que recoja muestras de roca de la superficie de Marte.

Tema: Misión en Marte

Nivel: Colegios e institutos (de 10 a 14 años)

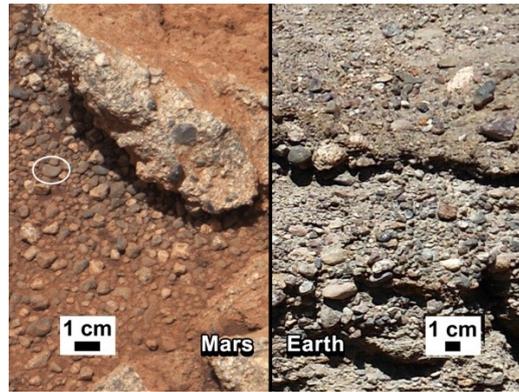
Duración: 2 horas de clase

Situación en la vida real

El programa Misión en Marte tiene como objetivo comprender la evolución geológica marciana y obtener información científica sobre las imágenes en color, la composición, las propiedades químicas y las propiedades magnéticas de las rocas y otros materiales del planeta rojo. Para alcanzar este objetivo, el primer paso de la investigación consiste en la recogida de muestras de roca de la superficie de Marte y su análisis para encontrar pruebas importantes de la historia temprana de Marte. Estas pruebas están relacionadas sobre todo con la humedad, la presencia de agua, los elementos químicos presentes en las rocas y los hallazgos microbianos en las mismas.

Los hallazgos derivados de las observaciones y pruebas parten de la idea de que la vida en Marte provocaría algunos cambios en las rocas o el suelo. Las muestras fueron analizadas por científicos para obtener información sobre de qué están compuestas y cómo y cuándo se formaron. Hay tres tipos de rocas terrestres: ígneas (p.ej., meteoritos), sedimentarias y metamórficas. Se sigue tratando de investigar estos tipos de rocas en Marte. Las características de las rocas están determinadas por su composición y su aspecto.

Las rocas ígneas tienen una capacidad limitada para aportar pruebas sobre la actividad biológica en Marte. Por otro lado, se está estudiando con especial interés un tipo de roca sedimentaria, el conglomerado, que está formado por pequeñas gravas de otros tipos de rocas. El análisis de las capas y de los materiales del interior del conglomerado puede dar una pista sobre la historia de Marte, indicando que el agua erosionó o inundó el planeta en algún momento del pasado. Por tanto, se buscan pruebas de capas de roca formadas en presencia de agua. Las pruebas científicas apuntan a que, si alguna vez hubo agua, podría haber habido vida en Marte. Para buscar la posibilidad de vida microbiana en el planeta rojo en el pasado, el programa de la misión en Marte tiene como objetivo explorar las rocas sedimentarias, como los conglomerados, y recoger muestras de roca para analizarlas.



En estas imágenes se compara el afloramiento de rocas en Marte (izquierda) con rocas similares vistas en la Tierra (derecha). En las imágenes obtenidas por el rover Curiosity de la NASA se muestran fragmentos de grava redondeados, o clastos, de hasta unos cuantos centímetros, dentro del afloramiento de rocas. (Fuente: NASA/JPL-Caltech/MSSS y PSI)

El examen de las características de las rocas y los suelos también proporciona pruebas de biofirmas, como los cambios inmediatos en la abundancia isotópica de los elementos químicos que podrían estar relacionados con la vida en Marte o los cambios en la atmósfera marciana a lo largo del tiempo. Por ejemplo, la determinación de la forma y la cantidad de los isótopos¹ de elementos como el carbono que se encuentran en el planeta presentan pruebas convincentes sobre las condiciones ambientales del planeta para sustentar la vida. En general, su forma biológica consta de elementos con dos o más isótopos estables, pero la presencia de muchos isótopos puede deberse a diferentes situaciones, como las condiciones ambientales, las explosiones volcánicas o la excesiva radiación ultravioleta.

El equipo de ingenieros anterior ha desarrollado con éxito el rover capaz de navegar de forma autónoma sobre la superficie marciana para alcanzar este objetivo. Ahora, ha llegado el momento de actualizar el rover para que recoja muestras de la superficie.

Tarea

Supongamos que vas a trabajar como miembro del equipo de ingeniería del programa Misión en Marte para diseñar el rover de esta misión. Tu responsabilidad es desarrollar un algoritmo que permita recoger muestras de la superficie marciana utilizando el brazo robótico del rover. Por tanto, tienes la tarea de desarrollar un algoritmo que pueda:

- utilizar el movimiento de un brazo robótico para recoger muestras de roca de la superficie marciana y situarlas en el depósito del rover;
- evite duplicar las muestras de roca (para aumentar la variedad de las muestras recogidas, es fundamental comprobar el tipo de roca -representado por colores- y evitar los duplicados),
- determinar el color y el peso de las muestras de roca recogidas.

¹ Los isótopos pueden definirse como las variantes de un elemento químico con el mismo número atómico y posición en la tabla periódica, pero con diferente número de neutrones y, por tanto, con diferentes masas atómicas.

Información técnica

Para alumnos de nivel básico:

¿Cuál es la diferencia entre la masa y el peso? ¿O son lo mismo?

La masa es la cantidad de materia, y no cambia con respecto a la posición. Por ejemplo, si tienes 1 kg de roca y la llevas a Marte, su masa seguirá siendo de 1 kg porque habrá la misma cantidad de roca en la Tierra y en Marte.

Sin embargo, su peso será diferente en Marte. El peso es la fuerza causada por la gravedad. Podemos decir que la fuerza que el planeta aplica sobre la roca -hacia sí mismo- muestra el peso de la roca. Por lo tanto, el peso de esta roca será diferente en Marte que en la Tierra.

Comparamos los pesos de la misma roca en la Tierra y en Marte con la siguiente proporción:

$$\frac{\text{Peso en Marte}}{\text{Peso en la Tierra}} = \frac{3,7}{9,8}$$

¡Ahora ya puedes saber cuánto pesa una roca de 1 kg en Marte!

Para alumnos de nivel avanzado:

¿Cuál es la diferencia entre la masa y el peso? ¿O son lo mismo?

La masa es la cantidad de materia y no cambia en ningún sitio. Por ejemplo, si cuando te vas a Marte tienes 1 kg de roca, su masa seguirá siendo de 1 kg allí porque habrá la misma cantidad de roca en la Tierra y en Marte. Sin embargo, su peso será diferente en Marte. Primero vamos a ver lo que es el peso. Se trata de la masa y de otro concepto, la *ley de la gravitación universal*, que determina la diferencia entre la masa y el peso.

Gracias a Newton y a muchos otros científicos, hoy sabemos que dos cuerpos cualesquiera se atraen con una simple ecuación.

$$F = G \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$$

G es la *constante de gravitación universal*, que es un número constante, y equivale a la fuerza entre dos masas de 1 kg separadas por 1 m de distancia. Conocemos la magnitud de G ($6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$), la masa y el radio de la Tierra, por lo que podemos calcular la atracción entre 1 kg de roca y la Tierra. Del mismo modo, conocemos la masa y el radio de Marte, por lo que también podemos calcular la atracción entre 1 kg de roca y Marte. Como puedes comprobar, estas atracciones son diferentes, lo que indica que el peso de 1 kg de roca será diferente en estos planetas.

Calculemos el peso de la roca en la superficie de la Tierra y de Marte.

$$m_{\text{rock}} = 1 \text{ kg}$$

$$m_{Earth} = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$d_{Earth} = 6,4 \times 10^6 \text{ m}$$

$$m_{Mars} = 6,4 \times 10^{23} \text{ kg}$$

$$d_{Mars} = 3,4 \times 10^6 \text{ m}$$

$$F = G \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$$

El peso de una roca de 1 kg en la superficie de la Tierra:

$$F = 6,67 \times 10^{-11} \frac{1 \times 6 \times 10^{24}}{(6,4 \times 10^6)^2}$$

$$F = 9,8 \text{ N}$$

El peso de una roca de 1 kg en la superficie de Marte:

$$F = 6,67 \times 10^{-11} \frac{1 \times 6,4 \times 10^{23}}{(3,4 \times 10^6)^2}$$

$$F = 3,7 \text{ N}$$

¡Ahora ya sabes la diferencia entre la masa y el peso!

Competencias previas

- Conocimientos básicos de programación.
- Conocer las propiedades básicas de los planetas del sistema solar.

Resultados del aprendizaje CTIAM:

Ciencia

- Aprender sobre el origen y la evolución de Marte como sistema geológico.
- Reconocer el peso como la fuerza ejercida sobre un cuerpo por la gravedad.
- Comparar los conceptos de masa y peso.
- Explicar la gravedad como fuerza gravitatoria o interacción entre cuerpos celestes.

Tecnología

- Crear y ejecutar un algoritmo que utilice estructuras de bucle y expresiones booleanas.

Ingeniería

- Utilizar el proceso de diseño de ingeniería para desarrollar un algoritmo con el que un brazo robótico recoja objetos de su alrededor.

Artes

- Preparar una presentación o un vídeo que demuestre las características y el rendimiento de su robot.

Matemáticas

- Resolver problemas relacionados con la conversión de unidades.

Desarrollo de la actividad

Se recomienda a los profesores que sigan los siguientes pasos:

Animar a los alumnos a leer el enunciado del problema y a realizar una «lluvia de ideas» (*brainstorming*) sobre las posibles soluciones. A continuación, se enumeran preguntas que se pueden tener en cuenta para conocer las ideas de los alumnos:

- Reflexionad y dialogad sobre cómo recoger muestras de roca de la superficie marciana.
- ¿Por qué caminos se puede llegar a las muestras de roca?
- ¿En qué momento debe moverse el brazo robótico para recoger las rocas?
- Guiar a los alumnos para que trabajen en el entorno de simulación y creen su algoritmo mediante el uso de diagramas de flujo. En esta fase, los puntos importantes que deben considerarse son:
 - Utilizar el módulo de motor para conducir al rover hacia las rocas en el mapa aportado.
 - Utilizar un sensor de peso y color para obtener las propiedades físicas de las rocas.
 - Escribir un algoritmo que decida si la roca es única en cuanto a sus propiedades físicas (considerar solo su color) o no.
 - Utiliza los brazos robóticos para recoger las rocas.
- En el entorno de simulación, guiar a los alumnos para que abran el entorno de la superficie de Marte y ejecuten la simulación. Observar si el código funciona correctamente o no. Si no funciona, volver atrás, revisarlo y volver a ejecutarlo.
- Escribir un informe en el que se conviertan a la medida terrestre las propiedades de las muestras de roca recogidas.

Evaluación

Los alumnos deben completar los siguientes objetivos:

Desarrollar un algoritmo que pueda:

- detectar muestras de roca,
- determinar su color,
- si no se ha recogido ya ese color, recoger la muestra de roca con el brazo,
- medir su peso y convertirlo a su medida terrestre.

Áreas profesionales relacionadas

Ciencias de la Tierra y del espacio, informática, geología, astronomía.

Materiales

El entorno de simulación, el brazo robótico, el sensor de color.

Recursos y referencias relacionadas

Grady, M. M. (2020). Exploring Mars with returned samples. *Space Science Reviews*, 216(4), 1-21.

Lumen. (2021). *The Geology of Mars*. Earthlike Planets: Venus and Mars. <https://courses.lumenlearning.com/astronomy/chapter/the-geology-of-mars/>.

NASA. (12 de septiembre de 2019). *Mars Curiosity Rover: Goals*. Mars Exploration Program. <https://mars.nasa.gov/msl/mission/science/goals/>.

La Agencia Espacial Europea. (2021). *Why go to Mars?* https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/Why_go_to_Mars.

Escenario 13: Preparados para Marte

Descripción: Preparar Marte para la habitabilidad humana utilizando el EUROver.

Tema: Misión en Marte

Nivel: K-2

Duración: 30 - 45 minutos

Situación en la vida real

¡Ya estamos en el año 2033! La Agencia Espacial Europea (ESA) ha lanzado un rover marciano muy avanzado, llamado EUROver, que ha aterrizado con éxito en la región del Polo Norte de Marte, donde hay agua en forma de hielo.

Tarea

Tu tarea será preparar Marte para la habitabilidad humana utilizando el EUROver. Libera la superficie de rocas para la llegada de los asentamientos. Recibirás órdenes de diferentes colaboradores y tendrás que cargar las instrucciones en el rover.

- Misión tipo A: despejar las rocas para crear zonas sin obstáculos para los módulos de habitabilidad.
- Misión tipo B: inflar los módulos habitables inflables de alta tecnología.
- Misión tipo C: decorar los módulos habitacionales (los usuarios podrán decorar estos módulos).
- Misión tipo D: derretir el hielo para obtener agua; luego, almacenar agua para cada módulo habitacional.

Competencias previas

Capacidad para utilizar el entorno de simulación.

Resultados del aprendizaje CTIAM

Ciencia

- Debatir sobre la importancia de la exploración espacial.
- Debatir sobre los requisitos para la supervivencia humana en otros planetas.
- Clasificar los estados de la materia; experimentar la fusión del hielo.

Tecnología

- Utilizar el módulo de motor para mover y gestionar el EUROver.
- Desarrollar y ejecutar un algoritmo.

Ingeniería

- Diseñar espacios habitables en la superficie de Marte.

Artes

- Analizar los colores de la superficie de Marte.
- Diseñar y decorar el rover marciano y los módulos de habitabilidad.

Matemáticas

- Utilizar la suma y la resta para resolver problemas.
- Medir la superficie de los módulos habitacionales en función del número de personas que se van a asentar.
- Determinar la cantidad de agua necesaria para cada módulo habitacional en función del número de personas que se van a asentar.

Desarrollo de la actividad

- Personalizar el diseño del EUROver (podrán seleccionar diferentes pegatinas para decorar el rover).
- Recibir instrucciones de las agencias espaciales de diferentes países (los países asociados enviarán instrucciones que deberán ser traducidas en el módulo de traducción - las instrucciones se registrarán en el idioma de cada país).
- Desplaza el EUROver hasta las citas de la misión.
- Misión tipo A: despejar las rocas para crear zonas sin obstáculos para los módulos de habitabilidad.
- Misión tipo B: inflar módulos habitables inflables de alta tecnología.
- Misión tipo C: decorar los módulos habitacionales (los usuarios podrán decorar estos módulos).
- Misión tipo D: derretir el hielo para obtener agua; luego, almacenar agua para cada módulo habitacional.



Ejemplo de una cuadrícula del mapa de la superficie de Marte

Evaluación

Los profesores pueden trasladar la experiencia a la vida real en las aulas creando un entorno con diferentes superficies y ayudando a los niños a navegar por ellas utilizando vehículos diseñados por ellos mismos.

Contribuir a la curiosidad de los niños con actividades teatrales en las que los niños representen la vida en la superficie de Marte.

Para la evaluación formativa pueden considerarse las siguientes preguntas:

- ¿Qué tenemos que hacer para poder vivir en la superficie marciana?
- ¿Cómo podemos hacer que el hielo se derrita?
- ¿Cuánta agua necesitamos para un número x de astronautas?
- ¿Cuánto espacio necesitamos para un número x de astronautas?

Áreas profesionales relacionadas

Ingeniería aeroespacial, ingeniería eléctrica y electrónica, ingeniería de software, robótica, aprendizaje automático e inteligencia artificial.

Materiales

El entorno de simulación, sensores de color.

Recursos relacionados

CTIAM en la NASA: <https://www.nasa.gov/stem/about.html>

La Agencia Espacial Europea: <http://www.esa.int/>

Bibliografía

Kupersmith, S., Kopack, M., & Johnson, R. (2016). *STEM Outreach Activities to Inspire Future Engineers and Scientists*.

Ng, C. H., & Adnan, M. (2018). *Integrating STEM education through Project-Based Inquiry Learning (PIL) in topic space among year one pupils*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 296, No. 1, p. 012020). IOP Publishing.

Diferentes temas para el nivel de primaria

Escenario 14: Un océano resplandeciente

Descripción: Limpiar la superficie y el fondo del río.

Tema: Protección del medio ambiente

Nivel: K-2

Duración: 20 - 30 minutos
(dentro de la duración del tiempo de atención correspondiente al grupo de edad en cada caso)

Situación en la vida real

Los concejales se han reunido para abordar la contaminación creciente en el río Perla, la gran vía fluvial que atraviesa la ciudad. Cada año, millones de toneladas de plástico acaban en los océanos a través de los ríos, y una parte de este plástico se adentra en el océano y da lugar a enormes conjuntos de residuos que destruyen la vida marina. Si no se toman medidas, el plástico afectará cada vez más a los ecosistemas de la ciudad; esto también afecta negativamente a la economía y a la salud de los habitantes.

Tarea

En esta tarea debes diseñar y poner en funcionamiento dispositivos de limpieza de agua para mantener el río de la ciudad despejado de residuos de plástico.

Competencias previas

Capacidad para utilizar el entorno de simulación.



Ejemplo de mapa fluvial

Resultados del aprendizaje CTIAM

Ciencia

- Desarrollar explicaciones cada vez más sofisticadas sobre los fenómenos naturales.
- Saber que las poblaciones viven en diferentes hábitats y que los cambios en esos hábitats afectan a los organismos que los habitan.
- Analizar cómo se produce la contaminación del agua y qué ocurre cuando los plásticos se acumulan en los ríos.

Tecnología

- Utiliza un sensor de proximidad.
- Utilizar el módulo de motor/movimiento para mover y gestionar diferentes dispositivos.
- Programar un algoritmo y ejecutarlo.

Ingeniería

- Mejorar las tecnologías existentes o desarrollar otras nuevas que aumenten sus ventajas y disminuyan los riesgos conocidos, para satisfacer las demandas de la sociedad.
- Definir un problema sencillo de diseño que refleje una necesidad.

Artes

- Describir los colores de los océanos/ríos

Matemáticas

- Describir los atributos de los objetos que se pueden medir, como la longitud o el peso.
- Utilizar la suma y la resta (con un máximo valor de 100) para resolver problemas relacionados con longitudes dadas en las mismas unidades.

Desarrollo de la actividad

- Colocar en el río barcos con sensores de proximidad.
- Estar atento a las alertas de los sensores de proximidad para detectar los residuos de plástico flotantes en el río.
- Conducir el barco de limpieza cerca de las zonas contaminadas.
- Limpiar las zonas contaminadas.

Evaluación

Los profesores pueden llevar la experiencia a las aulas de la vida real utilizando mesas de agua (o recipientes grandes), coladores, botes/barcos de juguete y diferentes tipos de tejidos/telas y purpurina. Con estos materiales, los niños pueden idear formas eficaces de limpiar el agua de los recipientes o de la mesa de agua.

Para la evaluación formativa pueden considerarse las siguientes preguntas:

- ¿Qué indica la activación del zumbador/led?
- ¿Qué hay que hacer cuando el zumbador/led indica que hay residuos flotantes de plástico que descienden por el río?
- ¿Qué ocurre con todo el plástico del río si no lo limpiamos?
- ¿Qué podemos hacer para reducir el uso del plástico en casa o en el colegio?

Áreas profesionales relacionadas

Planificación urbana y territorial, ingeniería de software, ingeniería medioambiental.

Materiales

El entorno de simulación, módulo del sensor de proximidad, módulo zumbador, módulos de leds.

Recursos relacionados

PBS Saving the Oceans: <https://www.pbs.org/show/saving-the-ocean/>

Smithsonian Museum Oceans: <https://ocean.si.edu/museum>

Museo Subacuático de Arte de Cancún: <https://musamexico.org/>

Bibliografía

Mayesky, M. (2011). *Creative activities for young children*. Nelson Education.

National Research Council 2012. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>.

Worth, K., & Grollman, S. (2003). *Worms, shadows, and whirlpools: Science in the early childhood classroom*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Escenario 15: Nuestros amigos los animales

Descripción: Alimentación de animales en refugios.

Tema: Protección del medio ambiente

Nivel: K-3

Duración: 30 - 45 minutos

Situación en la vida real

Los voluntarios de la ciudad inteligente necesitan ayuda. Los dos refugios para perros y gatos tienen problemas para encontrar voluntarios que alimenten y cuiden a los animales. Se necesita una forma eficiente de alimentar a estos animales sin que la tarea requiera demasiados voluntarios.

Tarea

En esta tarea, deberás diseñar y gestionar dispositivos robóticos de alimentación de animales para que nuestros amigos peludos estén alimentados y felices.

Competencias previas

Capacidad para utilizar el entorno de simulación.

Resultados del aprendizaje CTIAM

Ciencia

- Saber que las poblaciones viven en diferentes hábitats y que los cambios en esos hábitats afectan a los organismos que los habitan.
- Basarse en observaciones para describir los patrones de lo que necesitan las plantas y los animales (incluidos los humanos) para sobrevivir.
- Hablar sobre la necesidad de comida, agua y aire de los animales (incluidos los humanos) y las plantas para sobrevivir.

Tecnología

- Utilizar el módulo de motor/movimiento para mover y gestionar diferentes dispositivos.
- Programar y ejecutar un algoritmo.

Ingeniería

- Detectar un problema y diseñar una o varias soluciones que mejoren las interacciones de los seres humanos con su entorno.
- Generar varias soluciones posibles para un problema de diseño.

Artes

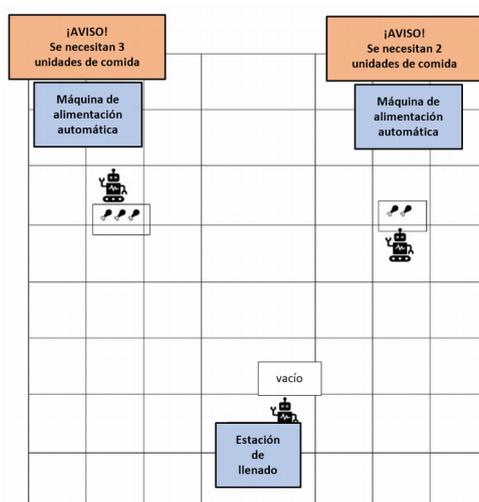
- Hacer dibujos/pinturas sobre los animales del refugio.
- Disfrazarse de diferentes animales, realizar actividades teatrales sobre animales protegidos/adoptados.

Matemáticas

- Describir los atributos de los objetos que se pueden medir, como la longitud o el peso.
- Representar y resolver problemas de sumas y restas.
- Sumar y restar hasta un máximo de 20.

Desarrollo de la actividad

- Estar atento a las alertas sobre las estaciones de alimentación.
- Dirigir los robots de la estación de alimentación para que llenen las máquinas de alimentación.
- Llenar las máquinas automáticas con la cantidad correcta de comida.
- Llamar a los robots a la estación de llenado para reponer la comida.
- Mantener la actividad de alimentación durante 5/10/15 minutos sin quedarse sin comida.



Mapa de muestra

Evaluación

Los profesores pueden trasladar la experiencia a la vida real en las aulas organizando excursiones a refugios de animales. Por otra parte, muchos refugios de animales a nivel local disponen de programas para visitar los colegios con los animales para concienciar a la población.

Para la evaluación formativa pueden considerarse las siguientes preguntas:

- ¿De qué manera satisfacen sus necesidades los animales y las plantas para poder sobrevivir y crecer?

- ¿Cómo podemos asegurarnos de que los animales domésticos abandonados estén alimentados y felices?
- ¿Por qué algunos animales tienen que vivir en refugios?
- ¿Qué haríais si dirigierais un refugio de animales?

Áreas profesionales relacionadas

Planificación urbana y territorial, ingeniería de software, ingeniería medioambiental.

Materiales

El entorno de simulación, el módulo del zumbador, módulos de leds.

Recursos relacionados

PETA (People for Ethical Treatment of Animals) - Refugios para animales:
<https://www.peta.org/issues/animal-companion-issues/animal-shelters/>

RSPCA (Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals) - Educación:
<https://education.rspca.org.uk/>

Bibliografía

Hendrick, J. (1998). *Total learning: Developmental curriculum for the young child*. Prentice-Hall.

National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>.

Escenario 16: Huerto Maravillas

Descripción: El cultivo eficiente de diferentes plantas ecológicas.

Tema: Sostenibilidad

Nivel: K-4

Duración: 45 - 60 minutos

Situación en la vida real

El Departamento de Parques y Actividades Recreativas de Smart City ha puesto en marcha el proyecto Huerto Maravillas para promover los huertos comunitarios en toda la ciudad. Estos huertos no solo «mejoran la salud de la población contribuyendo a una mejor nutrición y a un aumento de la actividad física», sino que también «ayudan a luchar contra cambio climático al reducir la distancia que recorren los alimentos y minimizar la huella de carbono de los mismos» (SSSA).

Tarea

A tu equipo se le ha asignado una zona con tres tipos de suelo diferentes para cultivar distintas frutas y verduras. Estos tipos de suelo son:

Suelo arenoso: el mejor para el cultivo de zanahorias y necesita mucha agua.

Suelo arcilloso: el mejor para el cultivo de coles de Bruselas y necesita menos agua.

Suelo de turba: el mejor para el cultivo de arándanos y necesita una cantidad regular de agua.

En esta tarea, debes diseñar y gestionar aplicaciones robóticas de cultivo para aumentar la eficiencia de la plantación y la cosecha de frutas y verduras en el huerto comunitario.

Competencias previas

Capacidad para utilizar el entorno de simulación.

Resultados del aprendizaje CTIAM

Ciencia

- Predecir e inferir a partir de observaciones.
- Basarse en observaciones para describir los patrones de lo que necesitan las plantas y los animales (incluidos los humanos) para sobrevivir.
- Utilizar instrumentos para medir la longitud, la temperatura, el volumen y el peso utilizando las unidades adecuadas.

- Predecir los efectos de los cambios en el medio ambiente (p. ej., temperatura, luz, humedad) en un organismo vivo.
- Explorar diferentes formas de conservar el agua.

Tecnología

- Utilizar el módulo de motor/movimiento para mover y gestionar diferentes dispositivos.
- Programar y ejecutar un algoritmo.

Ingeniería

- Detectar un problema y diseñar una o varias soluciones que mejoren las interacciones de los seres humanos con su entorno.
- Generar varias soluciones posibles para un problema de diseño.

Artes

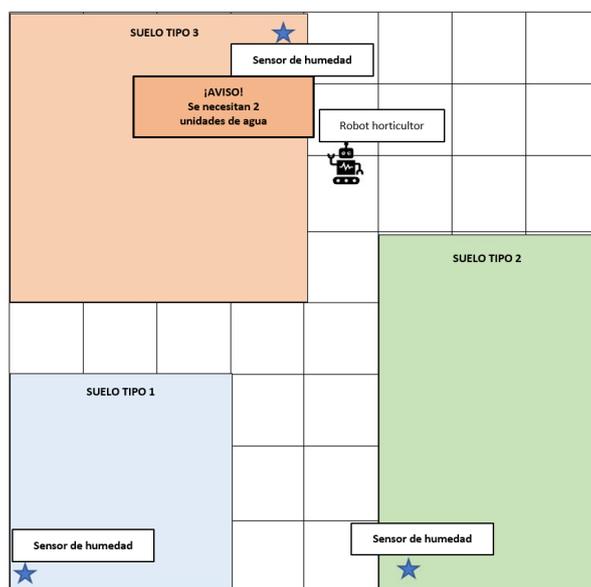
- Desarrollar habilidades con diferentes medios y métodos para la creación de arte; utilizar materiales artísticos, herramientas y equipos de forma segura; y crear arte que comunique una historia sobre un entorno natural o construido.
- Personalizar de forma única y diferente los robots de jardinería/horticultura.

Matemáticas

- Describir los atributos de los objetos que se pueden medir, como la longitud o el peso.
- Representar y resolver problemas de sumas y restas.
- Resolver problemas con varios pasos, planteados con números enteros y con soluciones de números enteros, utilizando las cuatro operaciones; se incluyen problemas en los que hay que interpretar los restos.

Desarrollo de la actividad

- Seleccionar las semillas adecuadas para el tipo de suelo.
- Enviar los robots de jardinería/horticultura a plantar semillas.
- Controlar los sensores de humedad para ver los niveles de agua.
- Dirigir los robots de jardinería/horticultura para que rieguen las plantas.
- Mantener el huerto comunitario hasta que las plantas estén completamente desarrolladas.



Mapa de muestra

Evaluación

Los profesores pueden trasladar al aula la experiencia de un problema de la vida real, trayendo diferentes tipos de suelo o tierra en recipientes y dejando que los alumnos toquen las muestras. Se puede hacer una demostración de los diferentes tipos de suelo poniendo la misma cantidad de cada uno en diferentes botes y, después, añadir agua, agitar cada bote y dejar que se separen por el agua los diferentes materiales que contienen las muestras.

Para la evaluación formativa pueden considerarse las siguientes preguntas:

- ¿De qué manera satisfacen sus necesidades los animales y las plantas para sobrevivir y crecer?
- ¿Cómo se puede conseguir que las plantas crezcan y a su vez conservar el agua?
- ¿Qué plantas y verduras cultivarías si tuvieras un huerto?

Áreas profesionales relacionadas

Planificación urbana y territorial, ingeniería de software, ingeniería medioambiental.

Materiales

Entorno de simulación, módulo de humedad, módulo zumbador, módulo de leds.

Recursos relacionados

SSSA (Soil science society of America) – Huertos comunitarios:
<https://www.soils.org/about-soils/community-gardens/>

PBS – En el huerto con Bryce Lane:
<https://www.pbsnc.org/watch/unctv-originals/in-the-garden-with-bryce-lane/>

Bibliografía

Egli, V., Oliver, M., & Tautolo, E. S. (2016). *The development of a model of community garden benefits to well-being*. Preventive medicine reports, 3, 348-352.

Grard, B., Bel, N., Marchal, N., Madre, N., Castell, J. F., Cambier, P., ... & Aubry, C. (2015). Recycling urban waste as possible use for rooftop vegetable garden. *Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society*, 3(1), 21-34.

National Research Council 2012. *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>.

Tema - La pandemia del Covid-19

Ante la pandemia mundial del COVID-19, declarada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 11 de marzo de 2020, y la necesidad de comprender mejor el comportamiento estacional del virus y las condiciones para limitar su propagación, surge una necesidad de buscar soluciones. Entre estas soluciones está el desarrollo de las vacunas contra el COVID-19, así como su cura, y para ello es imprescindible la convergencia de las diferentes disciplinas CTIAM. Del mismo modo, para los alumnos de nivel K-12, debería ser necesaria la convergencia de diferentes asignaturas CTIAM para tomar decisiones informadas y emprender acciones responsables tanto en el ámbito personal (p. ej., utilizar mascarillas y lavarse las manos a fondo y con frecuencia) como en el social (p. ej., mantener la distancia social y quedarse en casa) [1].

Se cree que las gotículas respiratorias son la principal vía de transmisión de la infección por el SARS CoV. Sin embargo, el virus también puede encontrarse en otros fluidos corporales y heces. La estabilidad del virus depende de la temperatura y la humedad de la superficie [2]. Por tanto, el contacto con superficies contaminadas también puede desempeñar un papel importante [3]. A temperatura ambiente (24 °C), la vida media del virus oscila entre 6,3 y 18,6 horas, dependiendo de la humedad relativa, pero disminuye a 1,0-8,9 horas cuando la temperatura se eleva a 35 °C.

Para frenar la epidemia, tanto los científicos como la sociedad deben trabajar con rapidez. Hay una serie de medidas que se recomiendan a la sociedad. Las formas principales de prevenir la propagación del COVID-19 se conocen como las «Tres C» (Fig. 1):

- lugares **c**oncurridos;
- entornos de contacto **c**ercano, especialmente donde se mantienen conversaciones muy cerca de otras personas;
- espacios **c**errados con poca ventilación.



Fig. 1 Las tres C [4]

El distanciamiento físico ayuda a limitar la propagación de COVID-19: esto significa que debemos mantener una distancia de al menos 1-2 m y evitar pasar tiempo (como mucho, 15 minutos) en lugares o grupos concurridos [5].

La limpieza con productos domésticos que contienen jabón o detergente reduce el número de gérmenes en las superficies y disminuye el riesgo de infección. En la mayoría de los casos, con solo la limpieza se eliminan la mayoría de las partículas de virus de las superficies. Cuando se utiliza un desinfectante, es importante asegurarse de que haya una ventilación adecuada manteniendo las puertas y ventanas abiertas y utilizando ventiladores para mejorar el flujo de aire [6]. Se necesita aire limpio del exterior para mejorar la ventilación y evitar la acumulación de partículas de virus en el interior. Si es seguro, es conveniente abrir las puertas y ventanas todo lo posible para respirar aire fresco del exterior [7]. El nivel normal de aire exterior es de 250-350 partes por millón (ppm) de dióxido de carbono en la atmósfera. Y el nivel típico que se encuentra en los espacios ocupados con un buen intercambio de aire es de 350-1.000 ppm [8].

Aunque la prevalencia del COVID-19 parece ser menor en climas cálidos y húmedos, la temperatura y la humedad relativa no explican por sí solas la variabilidad de la mayoría de los brotes de COVID-19. Las políticas de aislamiento social, la inmunidad de rebaño, los patrones de migración, la densidad de población y los aspectos culturales pueden tener un impacto directo en la propagación de esta enfermedad [9]. Si se tiene esto en cuenta, podemos ayudar a prevenir los problemas de salud.

Bibliografía

1. Lee, O., & Campbell, T. (2020). What science and STEM teachers can learn from COVID-19: Harnessing data science and computer science through the convergence of multiple STEM subjects. *Journal of Science Teacher Education*, 31(8), 932-944. OMEGA Engineering. (2021). *Accelerometer: Introduction to Accelerometers*. <https://www.omega.co.uk/prodinfo/accelerometers.html>.
2. Chan, K. H., Peiris, J. M., Lam, S. Y., Poon, L. L. M., Yuen, K. Y., & Seto, W. H. (2011). The effects of temperature and relative humidity on the viability of the SARS coronavirus. *Advances in virology*, 2011.
3. Biryukov, J., Boydston, J. A., Dunning, R. A., Yeager, J. J., Wood, S., Reese, A. L., ... & Altamura, L. A. (2020). Increasing temperature and relative humidity accelerates inactivation of SARS-CoV-2 on surfaces. *MSphere*, 5(4), e00441-20.
4. World Health organization. (2020). *Coronavirus disease (COVID-19): How is it transmitted?* <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-how-is-it-transmitted>
5. National Center for Immunization and Respiratory Diseases (NCIRD), Division of Viral Diseases. (2021). *Contact Tracing for COVID-19*. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/php/contact-tracing/contact-tracing-plan/contact-tracing.html>
6. National Center for Immunization and Respiratory Diseases (NCIRD), Division of Viral Diseases. (2021). *Cleaning and Disinfecting Your Home*. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/disinfecting-your-home.html>
7. National Center for Immunization and Respiratory Diseases (NCIRD), Division of Viral Diseases. (2021). *Improving Ventilation in Your Home*. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/Improving-Ventilation-Home.html>
8. Bonino, S. (2016). Carbon Dioxide Detection and Indoor Air Quality Control. *Occupational health & safety (Waco, Tex.)*, 85(4), 46-48.
9. Mecenas, P., Bastos, R. T. D. R. M., Vallinoto, A. C. R., & Normando, D. (2020). Effects of temperature and humidity on the spread of COVID-19: A systematic review. *PLoS one*, 15(9), e0238339.

Escenario 17: Desinfectante de manos sin contacto

Descripción: Crear un desinfectante de manos sin contacto que dispensa el desinfectante de forma automática.

Tema: La pandemia del Covid-19

Nivel: Colegios e institutos (de 10 a 14 años)

Duración: 2 horas de clase

La desinfección elimina los gérmenes que quedan en las superficies y reduce la propagación de los mismos.

Situación en la vida real

La desinfección destruye los gérmenes que quedan en las superficies y se reduce la propagación de los microbios. Durante la pandemia del COVID-19, es especialmente importante mantener las manos limpias para evitar la propagación del virus. Unas manos limpias pueden detener la propagación de microbios de una persona a otra y en toda la población, desde tu casa y tu lugar de trabajo hasta las guarderías y los hospitales [10].

Para evitar la propagación del virus es importante utilizar un desinfectante de manos. Este es un desinfectante inteligente, con un dispensador sin contacto que detecta el movimiento de las manos y libera el contenido. Utilizando un sensor ultrasónico, dispensa el desinfectante en las manos sin necesidad de palanca o botón, ya que el servomotor que contiene hace funcionar el mecanismo por ti. El servomotor presiona el activador solo cuando la distancia sea menor o igual a 5 cm.

Tarea

En esta tarea, junto con tu equipo, diseñarás un dispositivo inteligente de desinfección de manos sin contacto que:

- detecte movimientos de la mano para dispensar el contenido;
- active una alarma o notificación después de la dispensación.

Información técnica

El **sensor ultrasónico HC SR-04** consta de módulos de transmisión y recepción. La parte transmisora emite el pulso y la parte receptora lo recibe. El principio básico de la medición de distancias por ultrasonidos se basa en el eco. Cuando las ondas sonoras se transmiten en el entorno, estas vuelven como eco al origen después de rebotar en el obstáculo. Por tanto, lo único que tenemos que calcular es el tiempo que tardan en viajar ambos sonidos, es decir, el tiempo de salida y el tiempo de retorno al origen después de rebotar en el obstáculo. Como la velocidad del sonido es conocida, con unos cuantos cálculos, se puede obtener la distancia.

Si colocamos la mano delante del sensor, el Arduino podrá medir la distancia (si es menor o igual a 5 cm) del sensor a la mano.

Puedes encontrar más información en: <https://electronicsprojectshub.com/distance-measurement-using-arduino-ultrasonic-sensor/>

Competencias previas

Utilización básica de sensores y conocimientos básicos de programación.

Resultados del aprendizaje CTIAM

Ciencia

- Explicar la importancia de mantener las manos limpias durante la pandemia.
- Explicar el concepto de sensor.
- Explicar el concepto de distancia.

Tecnología

- Utilizar un sensor de distancia.
- Utilizar un zumbador y leds.
- Crear y ejecutar un algoritmo.

Ingeniería

- Utilizar procesos de diseño de ingeniería para crear un sistema inteligente de medición de la distancia que detecte el movimiento de la mano a una distancia adecuada.

Artes

- Concienciación sobre la importancia de la higiene de las manos en centros sanitarios.
- Explicar cómo se utiliza el desinfectante de manos.
- Explicar el efecto de las pandemias en el medio ambiente, la sanidad y la economía.

Matemáticas

- Explicar cómo se mide la distancia.
- Explicar los tipos de unidades para la medida de la longitud.

Desarrollo de la actividad

Se recomienda a los profesores que sigan los siguientes pasos:

- Animar a los alumnos a leer el enunciado atentamente y a realizar una «lluvia de ideas» (*brainstorming*) sobre posibles soluciones. A continuación, se enumeran preguntas que se pueden tener en cuenta para conocer las ideas de los alumnos:
 - ¿Alguna vez habéis visto desinfectantes de manos automáticos en el colegio, en el hospital o en un supermercado? ¿Por qué creéis que se utilizan? ¿Qué tipo de problemas se pueden evitar cuando se utiliza un desinfectante de manos sin contacto?
 - ¿Cómo se puede detectar la mano?
 - ¿Cómo se puede desarrollar un algoritmo que detecte y notifique cuando la mano esté bajo el desinfectante?

- Guiar a los alumnos para que escriban un algoritmo que mida la distancia y emita una notificación cuando esta sea adecuada (p. ej., un sonido, un mensaje o un led).
- Esta actividad puede ser adecuada para explicarles a los alumnos los algoritmos con estructuras de bucle. Se recomienda abordar este tema si es necesario.
- Pedir a los alumnos que compartan sus estrategias de resolución.

Evaluación

Pueden considerarse las siguientes preguntas para la evaluación formativa:

- ¿Es imprescindible evitar tocar objetos durante la pandemia? ¿Por qué? ¿O por qué no?
- ¿Cómo se puede medir la distancia entre dos objetos?
- ¿Cómo se detecta el movimiento de la mano?
- ¿Qué parámetros utilizarías para un sistema de alerta? Explica detalladamente tu razonamiento.

Los alumnos deben completar los siguientes objetivos:

- Desarrollar un sistema de desinfección de manos sin contacto.
- Compartir con los demás el diseño de cada equipo y razonar las decisiones tomadas de forma clara y eficaz.

Áreas profesionales relacionadas

Ingeniería eléctrica y electrónica, ingeniería ambiental, ingeniería química.

Materiales

El entorno de simulación y el kit Arduino con sensor o con sensores alternativos de medición de distancia o detección de movimiento.

Lecturas relacionadas

Desinfectante de manos automático COVID-19 (con sensor ultrasónico).

<https://create.arduino.cc/projecthub/akshayjoseph666/covid-19-automatic-hand-sanitizer-78cf6b>

Desinfectante de manos automático (con sensor de infrarrojos).

<https://create.arduino.cc/projecthub/Nikolas550/automatic-hand-sanitizer-c22fcc>

Medición de la distancia con el sensor ultrasónico Arduino.

<https://create.arduino.cc/projecthub/Junezriyaz/distance-measurement-using-arduino-ultrasonic-sensor-409169>

National Center for Immunization and Respiratory Diseases (NCIRD), Division of Viral Diseases. (2019). *Hand Hygiene in Healthcare Settings*.

<https://www.cdc.gov/handhygiene/index.html>

Bibliografía

- [10] National Center for Immunization and Respiratory Diseases (NCIRD), Division of Viral Diseases. (2021). *When and How to Wash Your Hands*. <https://www.cdc.gov/handwashing/when-how-handwashing.html>

Escenario 18: Detección de la distancia

Descripción: Diseñar el sistema de detección de distancia que emitirá un aviso (luz y sonido) si la distancia es crítica (menos de 1 metro).

Tema: La pandemia del Covid-19

Nivel: Colegios e institutos (de 10 a 14 años)

Duración: 2 horas de clase

Situación en la vida real

En la práctica, el distanciamiento social significa quedarse en casa y mantener la distancia con otras personas en la medida de lo posible para evitar la propagación del COVID-19. Con la paulatina vuelta a la normalidad en la población y un mayor nivel de interacción social, se ha empezado a utilizar el concepto de «distanciamiento físico» (en lugar de social). El distanciamiento físico ayuda a disminuir la propagación del COVID-19 e implica mantener una distancia de al menos 1-2 m y evitar pasar tiempo (como mucho, 15 minutos en total) en lugares o grupos concurridos [5]. Es importante evitar lugares concurridos, especialmente en interiores, y los eventos donde haya multitudes, así como mantener una distancia de al menos 1-2 metros con los demás. En muchos lugares públicos se han colocado sistemas de señalización para mantener las distancias, como, por ejemplo, en los aseos, las duchas, las taquillas y los vestuarios, así como en los sitios en los que suelen formarse colas.

Para mejorar el sistema de señalización de distancias en las colas, se puede utilizar un sistema de notificación inteligente. El sistema podría avisar cuando la distancia sea demasiado corta. Mediante la utilización del sensor ultrasónico HC SR-04 es posible medir distancias con precisión y los datos del sensor también se muestran en un monitor LCD.

Tarea

En esta tarea diseñarás, junto tu equipo, un dispositivo inteligente de control de la distancia que:

- determine la distancia de un obstáculo al sensor;
- muestre la salida cada 1 minuto;
- emita una alarma o notificación cuando la distancia sea demasiado corta.

Información técnica

El **sensor ultrasónico HC SR-04** consta de módulos de transmisión y recepción. La parte transmisora emite el pulso y la parte receptora lo recibe. El principio básico de la medición de distancias por ultrasonidos se basa en el eco. Cuando las ondas sonoras se transmiten en el entorno, estas vuelven como eco al origen después de rebotar en el obstáculo. Por tanto, lo único que tenemos que calcular es el tiempo que tardan en viajar ambos sonidos, es decir, el

tiempo de salida y el tiempo de retorno al origen después de rebotar en el obstáculo. Como la velocidad del sonido es conocida, con unos cuantos cálculos, se puede obtener la distancia.

Puedes encontrar más información en: <https://quartzcomponents.com/products/mq-135-air-quality-gas-sensor-module>

Competencias previas

Utilización básica de sensores y conocimientos básicos de programación.

Resultados del aprendizaje CTIAM

Ciencia

- Explicar la importancia de una ventilación adecuada cuando se utiliza cualquier desinfectante en interiores.
- Explicar el concepto de sensor.
- Explicar el concepto de distancia.
- Explicar la diferencia entre los conceptos de «distancia social» y «distancia física».

Tecnología

- Utilizar un sensor de distancia.
- Utilizar un monitor LCD.
- Utilizar un zumbador y leds.
- Crear y ejecutar un algoritmo.

Ingeniería

- Utilizar los procesos de diseño de ingeniería para crear un sistema inteligente de medición de distancias que controle la distancia física.

Artes

- Concienciación sobre la importancia de la distancia social.
- Explicar las principales prácticas de distanciamiento social.
- Explicar el efecto de las pandemias en el medio ambiente, la sanidad y la economía.

Matemáticas

- Explicar cómo se mide la distancia.
- Explicar los tipos de unidades para la medida de la longitud.

Desarrollo de la actividad

Se recomienda a los profesores que sigan los siguientes pasos:

- Animar a los alumnos a leer el enunciado atentamente y a realizar una «lluvia de ideas» (*brainstorming*) sobre posibles soluciones. A continuación, se enumeran preguntas que se pueden tener en cuenta para conocer las ideas de los alumnos:
 - ¿Alguna vez habéis visto zonas de señalización de la distancia social en casa, en el colegio, en hospitales o en el supermercado? ¿Por qué creéis que se utilizan? ¿Qué tipo de problemas se pueden evitar si se siguen los sistemas de señalización?

- ¿Cómo se puede mostrar la distancia adecuada?
- ¿Cómo se puede desarrollar un algoritmo que detecte y notifique cuando la distancia sea demasiado corta?
- Guiar a los alumnos para que escriban un algoritmo que mida la distancia y emita una notificación cuando esta sea demasiado corta (p. ej., un sonido, un mensaje o un led).
- Esta actividad puede ser adecuada para explicarles a los alumnos los algoritmos con estructuras de bucle. Se recomienda abordar este tema si es necesario.
- Pedir a los alumnos que compartan sus estrategias de resolución.

Evaluación

Pueden considerarse las siguientes preguntas para la evaluación formativa.

- ¿Es imprescindible controlar la distancia entre las personas durante la pandemia? ¿Por qué? ¿O por qué no?
- ¿Cómo se puede medir la distancia entre dos objetos?
- ¿Qué parámetros utilizarías para un sistema de alerta? Explica detalladamente tu razonamiento.

Los alumnos deben completar los siguientes objetivos:

- Desarrollar un sistema de medición de la distancia.
- Compartir con los demás el dispositivo de cada equipo y razonar las decisiones tomadas de forma clara y eficaz.

Áreas profesionales relacionadas

Ingeniería eléctrica y electrónica, ingeniería ambiental, ingeniería química.

Materiales

El entorno de simulación y el kit Arduino con sensor o con sensores alternativos de medición de distancia o detección de movimiento.

Lecturas relacionadas

Medición de la distancia con el sensor ultrasónico Arduino.

<https://create.arduino.cc/projecthub/Junezriyaz/distance-measurement-using-arduino-ultrasonic-sensor-409169>

National Center for Immunization and Respiratory Diseases (NCIRD), Division of Viral Diseases. (2021). Public Health Guidance for Community-Related Exposure.

<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/php/public-health-recommendations.html>

Bibliografía

- [5] National Center for Immunization and Respiratory Diseases (NCIRD), Division of Viral Diseases. (2021). *Contact Tracing for COVID-19*. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/php/contact-tracing/contact-tracing-plan/contact-tracing.html>

Escenario 19: Control del estado del aire

Descripción: Diseñar un sistema de detección del nivel de gas en el aire de la habitación que emitirá un aviso cuando el nivel sea crítico (más de 1000 ppm) y también mostrará el nivel de gas en una pantalla LCD cada 15 minutos.

Tema: La pandemia del Covid-19

Nivel: Colegios e institutos (de 10 a 14 años)

Duración: 2 horas de clase

Situación en la vida real

Se cree que las gotículas respiratorias son la principal vía de transmisión de la infección por el SARS CoV. Sin embargo, el virus también puede encontrarse en otros fluidos corporales y heces. La limpieza con productos domésticos que contienen jabón o detergente reduce el número de gérmenes en las superficies y disminuye el riesgo de infección. En la mayoría de los casos, con solo la limpieza se eliminan la mayoría de las partículas de virus de las superficies. Cuando se utiliza un desinfectante, es importante asegurarse de que haya una ventilación adecuada manteniendo las puertas y ventanas abiertas y utilizando ventiladores para mejorar el flujo de aire [6].

Se necesita aire limpio del exterior para mejorar la ventilación y evitar la acumulación de partículas de virus en el interior. Si es seguro, es conveniente abrir las puertas y ventanas todo lo posible para respirar aire fresco del exterior [7]. El nivel normal de aire exterior es de 250-350 partes por millón (ppm) de dióxido de carbono en la atmósfera. Y el nivel típico que se encuentra en los espacios ocupados con un buen intercambio de aire es de 350-1.000 ppm [8]. Utilizando un sensor de gas MQ-135, es posible conocer y controlar la contaminación del aire, y los datos del sensor también se muestran en un monitor LCD.

Tarea

En esta tarea diseñarás, junto tu equipo, un dispositivo inteligente de control de la contaminación atmosférica que:

- mida y monitoree las ppm de gas en el aire a tiempo real e indique la calidad del aire;
- muestre la salida cada 15 minutos;
- emita una alarma o notificación cuando el nivel de gas sea demasiado alto.

Información técnica

El sensor de gas MQ-135 puede detectar gases como el amoníaco (NH₃), el azufre (S), el benceno (C₆H₆) y el CO₂, así como otros gases perjudiciales y el humo. Al igual que otros sensores de gas de la serie MQ, este sensor tiene una clavija de salida digital y analógica. Cuando

el nivel de estos gases en el aire supera un umbral límite, la señal de la clavija digital asciende. Este umbral puede ajustarse mediante el potenciómetro incorporado. La clavija de salida analógica emite una tensión analógica que puede utilizarse para obtener una aproximación del nivel de estos gases en el aire. El módulo del sensor de calidad del aire MQ135 funciona a 5 V y consume alrededor de 150 mA. Requiere cierto precalentamiento para ofrecer resultados precisos.

La tensión analógica de salida del sensor puede considerarse directamente proporcional a la concentración de CO₂ en ppm en condiciones estándar. La tensión analógica es emitida por el sensor y convertida a un valor digital, en un rango de 0 a 1023, por el canal ADC incorporado en el controlador. El valor digitalizado es, por tanto, igual a la concentración de gas en PPM.

Puedes encontrar más información en: <https://quartzcomponents.com/products/mq-135-air-quality-gas-sensor-module>

Competencias previas

Utilización básica de sensores y conocimientos básicos de programación.

Resultados del aprendizaje CTIAM

Ciencia

- Explicar la importancia de una ventilación adecuada cuando se utiliza cualquier desinfectante en interiores.
- Explicar el concepto de sensor.
- Explicar los conceptos de contaminación atmosférica y ppm

Tecnología

- Utilizar un sensor de gas
- Utilizar un monitor LCD
- Utilizar un zumbador y leds.
- Crear y ejecutar un algoritmo.

Ingeniería

- Utilizar los procesos de diseño de ingeniería para crear un sistema inteligente de detección del nivel de gas en el aire en interiores que monitorice las condiciones del entorno.

Artes

- Concienciación sobre la importancia de la detección de dióxido de carbono y gases y del control de la calidad del aire en interiores.
- Explicar los métodos principales de disminución de la cantidad de virus en las superficies y las normas de seguridad sanitaria.
- Explicar el efecto de las pandemias en el medio ambiente, la sanidad y la economía.

Matemáticas

- Describir cómo convertir los datos del sensor de gas a valores de concentración de gas en PPM.
- Explicar cómo se miden los niveles de gas en el aire.

Desarrollo de la actividad

Se recomienda a los profesores que sigan los siguientes pasos:

- Animar a los alumnos a leer el enunciado y a realizar una «lluvia de ideas» (*brainstorming*) sobre posibles soluciones. Para conocer las ideas de los alumnos, se pueden tener en cuenta las siguientes preguntas:
 - ¿Alguna vez habéis visto aparatos de medición de gases en casa, en el colegio, en hospitales o en el supermercado? ¿Por qué creéis que se utilizan? ¿Qué tipo de problemas se pueden evitar si conocemos el nivel de gases en el aire?
 - ¿Cómo se pueden detectar los gases en el aire?
 - ¿Cómo se puede desarrollar un algoritmo que detecte y notifique cuando los niveles de gas en el aire sean demasiado altos?
- Guiar a los alumnos para que escriban un algoritmo que mida las ppm de gas y emita una notificación cuando esta sea demasiado corta (p. ej., un sonido, un mensaje o un led).
- Esta actividad puede ser adecuada para explicarles a los alumnos los algoritmos con estructuras de bucle. Se recomienda abordar este tema si es necesario.
- Pedir a los alumnos que compartan sus estrategias de resolución.

Evaluación

Pueden considerarse las siguientes preguntas para la evaluación formativa.

- ¿Es imprescindible controlar el nivel de gas en el ambiente? ¿Por qué? ¿O por qué no?
- ¿Cómo se puede medir la concentración de gas en el ambiente?
- ¿Qué parámetros utilizarías para un sistema de alerta? Explica detalladamente tu razonamiento.

Los alumnos deben completar los siguientes objetivos:

- Desarrollar un sistema de medición del nivel de gas.
- Compartir con los demás el dispositivo de cada equipo y razonar las decisiones tomadas de forma clara y eficaz.

Áreas profesionales relacionadas

Ingeniería eléctrica y electrónica, ingeniería ambiental, ingeniería química.

Materiales

El entorno de simulación y el kit Arduino con sensor o con sensores de gas alternativos.

Lecturas relacionadas

Carbon Dioxide Detection and Indoor Air Quality Control. (2016).

<https://ohsonline.com/Articles/2016/04/01/Carbon-Dioxide-Detection-and-Indoor-Air-Quality-Control.aspx?Page=1>

Bibliografía

- [6] National Center for Immunization and Respiratory Diseases (NCIRD), Division of Viral Diseases. (2021). *Cleaning and Disinfecting Your Home*.
<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/disinfecting-your-home.html>
- [7] National Center for Immunization and Respiratory Diseases (NCIRD), Division of Viral Diseases. (2021). *Improving Ventilation in Your Home*.
<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/Improving-Ventilation-Home.html>
- [8] Bonino, S. (2016). Carbon Dioxide Detection and Indoor Air Quality Control. *Occupational health & safety (Waco, Tex.)*, 85(4), 46-48.

Escenario 20: Control de la temperatura y la humedad en interiores

Descripción: Diseñar un dispositivo de medición del nivel de temperatura y humedad relativa que emitirá un aviso cuando el nivel sea demasiado bajo y mostrará el valor en una pantalla LCD cada 30 minutos.

Tema: La pandemia del Covid-19

Nivel: Colegios e institutos (de 10 a 14 años)

Duración: 2 horas de clase

Situación en la vida real

Se cree que las gotículas respiratorias son la principal vía de transmisión de la infección por el SARS CoV. Sin embargo, el virus también puede encontrarse en otros fluidos corporales y heces. Se ha estudiado la estabilidad del virus a diferentes niveles de temperatura y humedad en superficies lisas. La mayor estabilidad que presenta el coronavirus del SARS a bajos niveles de temperatura y humedad puede facilitar su transmisión en la población [2].

En estudios anteriores se ha demostrado la estabilidad del SARS-CoV-2 en medios de cultivo celulares y en superficies en condiciones ambientales limitadas de humedad relativa y temperatura, así como del tamaño de las gotas. Los resultados demuestran que, con el aumento de la humedad o la temperatura, el SARS-CoV-2 se degrada más rápidamente, y el tipo de superficie (acero inoxidable, plástico o guantes de nitrilo) no afecta significativamente la tasa de degradación. A temperatura ambiente (24 °C), la vida media del virus oscila entre 6,3 y 18,6 horas, dependiendo de la humedad relativa, pero disminuye a 1,0-8,9 horas cuando la temperatura se eleva a 35 °C.

Para reducir la vida media del virus, se recomienda una temperatura ambiente de al menos 35 °C y una humedad relativa de al menos el 80 %. Utilizando el sensor de humedad relativa y temperatura DHT-22 y un monitor LCD, es posible conocer y controlar la temperatura y la humedad del ambiente.

Tarea

En esta tarea diseñarás, junto tu equipo, un dispositivo inteligente de medición de la humedad relativa y la temperatura que:

- mida la humedad relativa y la temperatura;
- muestre la salida cada 30 minutos;
- emita una alarma o notificación cuando el nivel sea demasiado bajo.

Información técnica

El DHT-11 es un sensor de humedad relativa y temperatura con salida digital. Utiliza un sensor de humedad capacitivo y un termistor para medir el aire del ambiente y emite una señal digital a través de la clavija de datos.

Puedes encontrar más información en:
<https://create.arduino.cc/projecthub/projects/tags/humidity>

Competencias previas

Utilización básica de sensores y conocimientos básicos de programación.

Resultados del aprendizaje CTIAM

Ciencia

- Explicar la importancia de unas condiciones de aire adecuadas para la disminución de la estabilidad del virus.
- Explicar el concepto de sensor.
- Explicar los conceptos de temperatura y humedad relativa.

Tecnología

- Utilizar un sensor de temperatura y humedad relativa.
- Utilizar un monitor LCD.
- Utilizar un zumbador y leds.
- Crear y ejecutar un algoritmo.

Ingeniería

- Utilizar los procesos de diseño de ingeniería para crear un sistema inteligente de detección del nivel de humedad relativa y temperatura que monitorice las condiciones del entorno.

Artes

- Concienciación sobre la importancia de las condiciones de transmisión del virus.
- Explicar las principales vías de transmisión de los virus.
- Explicar el efecto de las pandemias en el medio ambiente, la sanidad y la economía.

Matemáticas

- Describe cómo convertir los datos del sensor analógico de humedad y temperatura en porcentaje y temperatura (más información en:
<https://www.circuitbasics.com/arduino-thermistor-temperature-sensor-tutorial/> ;
<https://www.circuitbasics.com/how-to-set-up-the-dht11-humidity-sensor-on-an-arduino/>)
- Explicar cómo se mide la humedad relativa.
- Describe cómo se convierte de Celsius a Fahrenheit.

Desarrollo de la actividad

Se recomienda a los profesores que sigan los siguientes pasos:

- Animar a los alumnos a leer el enunciado y a realizar una «lluvia de ideas» (*brainstorming*) sobre posibles soluciones. Para conocer las ideas de los alumnos, se pueden tener en cuenta las siguientes preguntas:
 - ¿Habéis visto alguna vez dispositivos de medición de la temperatura y la humedad en casa, en el colegio, en hospitales o en cualquier otro sitio? ¿Por qué creéis que se utilizan? ¿Qué tipo de problemas se pueden evitar si se conoce la temperatura y la humedad del ambiente?
 - ¿Cómo se puede detectar la temperatura del aire?
 - ¿Cómo se puede detectar la humedad del aire?
 - ¿Cómo se puede desarrollar un algoritmo que detecte y notifique cuando la temperatura y la humedad sean demasiado bajas?
- Guiar a los alumnos para que escriban un algoritmo que mida la temperatura y la humedad relativa y emita una notificación cuando esta sea demasiado baja (p. ej., un sonido, un mensaje o un led).
- Esta actividad puede ser adecuada para explicarles a los alumnos los algoritmos con estructuras de bucle. Se recomienda abordar este tema si es necesario.
- Pedir a los alumnos que compartan sus estrategias de resolución

Evaluación

Pueden considerarse las siguientes preguntas para la evaluación formativa.

- ¿Es imprescindible controlar la temperatura y la humedad en el ambiente? ¿Por qué? ¿O por qué no?
- ¿Cómo se puede medir la temperatura y la humedad del aire en el ambiente?
- ¿Qué parámetros utilizarías para un sistema de alerta? Explica detalladamente tu razonamiento.

Los alumnos deben completar los siguientes objetivos:

- Desarrollar un sistema de medición de la temperatura y la humedad.
- Compartir con los demás el dispositivo de cada equipo y razonar las decisiones tomadas de forma clara y eficaz.

Áreas profesionales relacionadas

Ingeniería eléctrica y electrónica, ingeniería ambiental, ingeniería química.

Materiales

El entorno de simulación y el kit Arduino con sensor o con sensores de gas alternativos.

Lecturas relacionadas

33 proyectos con Arduino relacionados con la humedad.

<https://create.arduino.cc/projecthub/projects/tags/humidity>

Sensor de temperatura con Arduino (tutorial de termistores). <https://www.circuitbasics.com/arduino-thermistor-temperature-sensor-tutorial>

Cómo configurar el sensor de humedad dht11 en un Arduino. <https://www.circuitbasics.com/how-to-set-up-the-dht11-humidity-sensor-on-an-arduino/>

Bibliografía

- [2] Chan, K. H., Peiris, J. M., Lam, S. Y., Poon, L. L. M., Yuen, K. Y., & Seto, W. H. (2011). The effects of temperature and relative humidity on the viability of the SARS coronavirus. *Advances in virology*, 2011.
- [3] Biryukov, J., Boydston, J. A., Dunning, R. A., Yeager, J. J., Wood, S., Reese, A. L., ... & Altamura, L. A. (2020). Increasing temperature and relative humidity accelerates inactivation of SARS-CoV-2 on surfaces. *MSphere*, 5(4), e00441-20.

Tema - La movilidad en una ciudad inteligente

Según las Naciones Unidas, en julio de 2007, la población urbana superó a la rural a nivel mundial. Además, se prevé que esta proporción aumente drásticamente en los próximos años, hasta el punto de que, en 2050, casi el 70 % de la población mundial será urbana, y muchas ciudades tendrán más de 10 millones de habitantes. Se calcula que, solo en China, en 2025 habrá 221 ciudades con más de 10 millones de habitantes. Europa cuenta actualmente con 35.

Las ciudades tienen una enorme influencia en el desarrollo económico y social de los países de todo el mundo. Hoy en día, las ciudades son plataformas donde viven las personas y las empresas tienen sus negocios. Como es natural, tienen asociados una gran cantidad de servicios a disposición de los ciudadanos. Actualmente, las ciudades consumen el 75 % de los recursos energéticos y generan el 80 % de los gases tóxicos que llegan a la capa de ozono y hay que recordar que solo ocupan el 2 % del territorio mundial.

Nuestro planeta cada vez es más urbano y, por tanto, las ciudades necesitan adaptarse a las nuevas realidades y, con la ayuda de la tecnología, ser más inteligentes. Para hacer frente a esta creciente urbanización, es necesario encontrar nuevas formas de gestionar la complejidad

inherente a las nuevas realidades, aumentar la eficiencia y reducir los gastos y, de esta forma, aportar una mejor calidad de vida a las personas que viven en las grandes zonas urbanas.

Escenario 21: Detección de vehículos en una carretera

Descripción: Diseñar un dispositivo que calcule el número de vehículos en la carretera.

Tema: Recuento de vehículos que circulan en una ciudad inteligente

Nivel: Colegios e institutos (de 10 a 14 años)

Duración: 2 horas de clase

Situación en la vida real

Uno de los problemas a la hora de estudiar el tráfico en las grandes ciudades es la falta de información sobre el volumen de tráfico. En algunos países, como Estados Unidos, este tipo de información suele estar disponible en las páginas web de los departamentos de tráfico tanto a nivel estatal como local. Un ejemplo sería la web del Departamento de Transporte de Florida (<http://www.dot.state.fl.us/>). Esta falta de información acaba dificultando, entre otras cosas, que se tomen medidas efectivas de control del tráfico para minimizar los impactos negativos. Así, si en una ciudad se conoce el flujo de tráfico existente, se facilita que los responsables gestionen mejor el flujo de tráfico, dirigiéndolo hacia otras vías menos utilizadas y reduciendo así el nivel de estrés de los usuarios del transporte.

Tarea

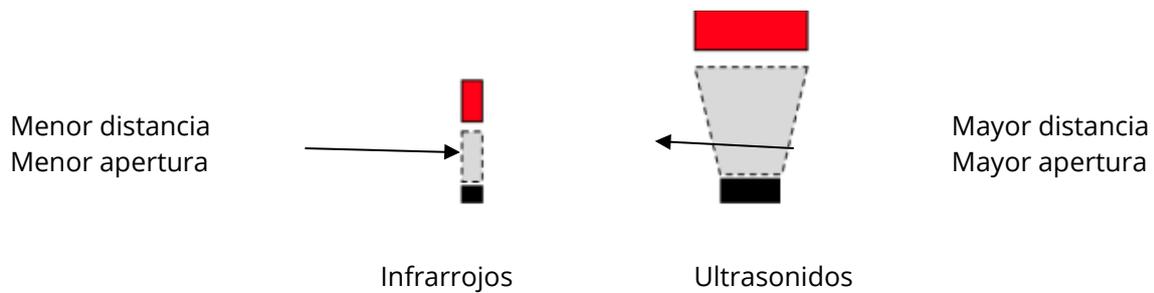
Supongamos que eres un miembro del equipo de la oficina de DIDI y que tienes la responsabilidad de convertir tu ciudad en una ciudad inteligente con un nuevo proyecto de gestión del flujo de tráfico. En tu equipo tendréis varias tareas relacionadas con el flujo de tráfico inteligente mediante el desarrollo de un plan de gestión de este flujo y la implementación de vuestra solución para el recuento de vehículos en el programa de simulación robótica.

En esta actividad, la tarea de cada equipo es la siguiente:

- Observar el flujo de tráfico en las calles que aparecen en el entorno de la simulación.
- Determinar las zonas de tránsito menos adecuadas mediante el uso de sensores ultrasónicos e infrarrojos.
- Informar de los niveles de flujo de tráfico en las zonas más críticas de una ciudad.
- Preparar un informe y presentarlo ante los demás equipos de DIDI.

Información técnica

Para resolver algunas dificultades, se decidió incorporar el sensor de infrarrojos. Este sensor permite detectar vehículos en zonas con un radio de acción (longitud) menor. Como la lectura del sensor de ultrasonidos se realiza en forma cónica, se utiliza para contar los vehículos en zonas con un radio de acción mayor. En la Figura 1 se ilustra el funcionamiento de cada uno:



El **sensor de infrarrojos**, al ser más direccional, tiene una mayor precisión; sin embargo, su distancia es más limitada, ya que la detección de obstáculos solo alcanza los 80 cm.

El **sensor ultrasónico**, por su parte, tiene un mayor alcance y llega a detectar obstáculos con una distancia de 3 m. Sin embargo, como las ondas emitidas para la detección se expanden en forma cónica, no detecta solo los obstáculos que están delante del sensor, sino también aquellos en un ángulo aproximado de 45° a la izquierda o a la derecha.

Como se puede observar, el diseño de contadores de diferentes tipos de vehículos es complejo y es necesario adaptar el sistema utilizando diferentes sensores dependiendo del tamaño de los vehículos.

Competencias previas

Investigar las condiciones que tendría el tráfico ideal en una ciudad sostenible con el medio ambiente.

Resultados del aprendizaje CTIAM

Ciencia

- Utilizar sensores para explicar los niveles de tráfico que existen en una ciudad (valores numéricos).
- Determinar la contaminación generada por este tráfico.

Tecnología

- Utilizar un sensor infrarrojo.
- Utilizar un sensor ultrasónico.
- Crear diagramas de flujo en el *sandbox*.
- Ejecutar un algoritmo.

Ingeniería

- Realizar diseños para que el contador de vehículos se pueda ubicar en un poste.

Artes

- Concienciación sobre la contaminación que generan los vehículos en una ciudad.
- Concienciación sobre el medio ambiente.

Matemáticas

- Utilizar relaciones y proporciones
- Resolver problemas relacionados con los ángulos

Desarrollo de la actividad

Se recomienda a los profesores que sigan los siguientes pasos:

- Animar a los alumnos a leer el enunciado atentamente y a realizar una lluvia de ideas (*brainstorming*) sobre las condiciones de las calles en su barrio.

Preguntar a los alumnos:

- ¿Habéis pensado alguna vez en el número de vehículos que circulan por las calles a diario?
- ¿Cuáles son los factores que pueden afectar a los sensores (infrarrojos y ultrasónicos) utilizados en el proyecto?
- Guiar a los alumnos para que configuren un sensor que sirva para contar el número de vehículos que circulan por la calle, haciendo uso de diferentes lugares en el mapa.
- Pedir a los alumnos que utilicen y determinen las zonas con menor o mayor tráfico en el mapa.

Evaluación

Para la evaluación formativa pueden considerarse las siguientes preguntas:

- ¿Para qué sirve el sensor de infrarrojos?
- ¿Para qué sirve el sensor ultrasónico?
- ¿Cuáles son las unidades de medida utilizadas en cada sensor?

Los alumnos deben completar los siguientes objetivos:

- Desarrollar un sensor que cuente el número de vehículos que circulan por las calles de una ciudad, desde varios puntos del mapa en el entorno de simulación.
- Redactar y compartir un informe sobre los problemas encontrados en la resolución del ejercicio propuesto en el mapa utilizando la terminología técnica adecuada.

Áreas profesionales relacionadas

Planificación municipal y regional, ingeniería eléctrica y electrónica, ciencias de la Tierra y del espacio, ingeniería ambiental.

Materiales

El entorno de la simulación incluye un mapa callejero y sensores infrarrojos y ultrasónicos.

Lecturas relacionadas

[1] Bhoi, S.K., Khilar, P.M. A Road Selection Based Routing Protocol for Vehicular Ad Hoc Network. *Wireless Pers Commun* 83, 2463–2483 (2015). <https://doi.org/10.1007/s11277-015-2540-x>

[2] Francesco Deflorio, Paolo Guglielmi, Ivano Pinna, Luca Castello, Sergio Marfull,

Modeling and Analysis of Wireless «Charge While Driving» Operations for Fully Electric Vehicles, *Transportation Research Procedia*, Volumen 5, 2015, Páginas 161-174, ISSN 2352-1465, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2015.01.008>.

[3] Zimmerman K, Bonneson JA. Intersection Safety at High-Speed Signalized Intersections: Number of Vehicles in Dilemma Zone as Potential Measure. *Transportation Research Record*. 2004;1897(1):126-133. doi:10.3141/1897-16

[4] Moeller, M. P., Urbanik, II, T., & Desrosiers, A. E. CLEAR (Calculates Logical Evacuation And Response): A Generic Transportation Network Model for the Calculation of Evacuation Time Estimates. United States. <https://doi.org/10.2172/1080214>

[5] <https://jati.um.edu.my/index.php/MJCS/article/view/2995>

Escenario 22: Crear un semáforo inteligente

Descripción: Diseñar un semáforo autónomo.

Tema: La movilidad en una ciudad inteligente

Nivel: Colegios e institutos (de 10 a 14 años)

Duración: 2 horas de clase

Situación en la vida real

Uno de los problemas a la hora de estudiar el tráfico en las grandes ciudades es la falta de información sobre el volumen de tráfico. El objetivo de este semáforo es mitigar algunos de los problemas del volumen de tráfico, especialmente en las grandes ciudades. En algunos países, como China, ya se están cambiando los semáforos tradicionales por semáforos inteligentes. Un ejemplo lo encontramos en la ciudad de Shenzhen, donde con semáforos inteligentes se ha conseguido reducir la congestión del tráfico un 8 % y aumentar un 15 % la velocidad del mismo. Esto ha sido posible gracias a los avances que se han incorporado en los carriles, como el recuento del número de coches que circulan por cada uno. El mayor problema es que en las grandes ciudades falta información sobre las vías y esto acaba dificultando, entre otras cosas, la toma de medidas eficaces para el control del tráfico y la reducción de sus impactos negativos. Por tanto, si en una ciudad se conoce el flujo de tráfico existente, se facilita su gestión y se hace posible redirigirlo hacia otras vías menos utilizadas y reducir el nivel de estrés de los usuarios del transporte.

Supongamos que eres un miembro del equipo de la oficina de DIDI y que tienes la responsabilidad de convertir tu ciudad en una ciudad inteligente con un nuevo proyecto de diseño para el tráfico de tránsito inteligente. En tu equipo tendréis varias tareas relacionadas con el flujo de tráfico inteligente y la señalización tradicional de la ciudad, mediante el desarrollo de un estudio para la implementación de un semáforo inteligente en el programa de simulación robótica.

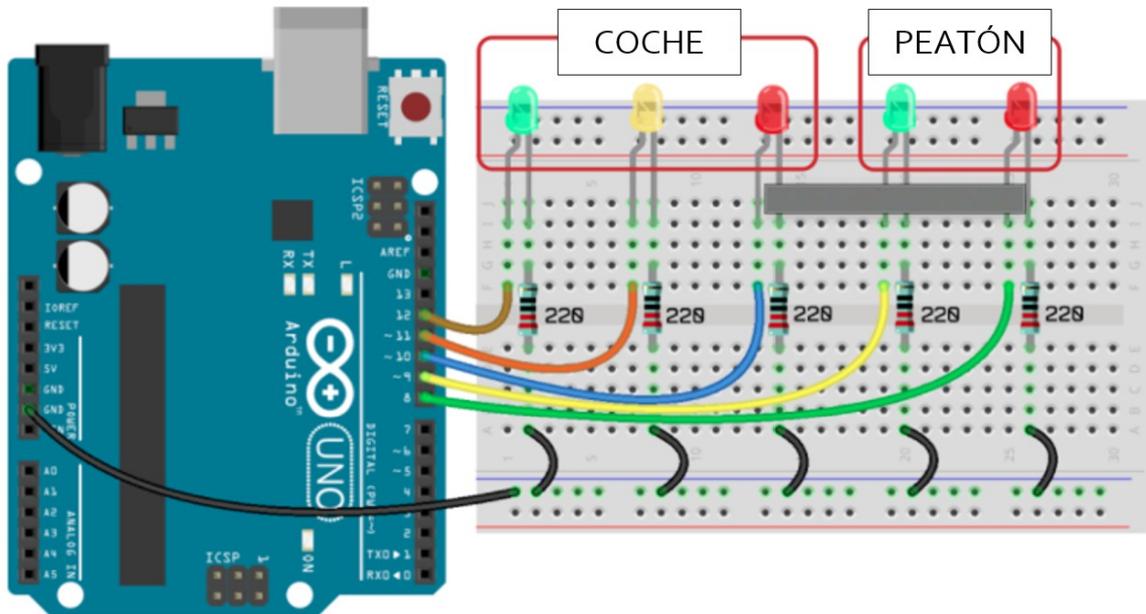
Tarea

En esta actividad, la tarea de cada equipo es la siguiente:

1. Observar las señales de tráfico en las calles del entorno de simulación.
2. Determinar las zonas de tráfico donde sería más conveniente implantar una señal de tráfico inteligente.
3. Informar de los niveles de flujo de tráfico en las zonas más críticas de una ciudad donde no hay señales de tráfico y realizar un informe para implementar señales de tráfico inteligentes.
4. Preparar un informe y presentarlo ante los demás equipos del DIDI.

Información técnica

En la siguiente figura, se muestra un esquema para facilitar el montaje de los semáforos. Este proyecto está relacionado con el escenario anterior y el objetivo será también conectar los sensores ultrasónicos e infrarrojos a este nuevo escenario con semáforos.



Como se puede observar, para diseñar un semáforo inteligente se utilizarán los datos aportados por otros sensores.

Resultados del aprendizaje CTIAM

Ciencia

- Utilizar sensores (ultrasónicos e infrarrojos) para gestionar la cadencia de los semáforos.
- Determinar la contaminación generada por este tráfico.

Tecnología

- Utilizar un sensor infrarrojo.
- Utilizar un sensor ultrasónico.
- Crear diagramas de flujo en el *sandbox*.
- Ejecutar un algoritmo.

Ingeniería

- Diseño de semáforos.

Artes

- Concienciación sobre la contaminación que generan los vehículos en una ciudad.
- Concienciación sobre el medio ambiente.

Matemáticas

- Utilizar relaciones y proporciones

Desarrollo de la actividad

Se recomienda a los profesores que sigan los siguientes pasos:

- Animar a los alumnos a leer el enunciado atentamente y a realizar una «lluvia de ideas» (*brainstorming*) sobre las condiciones de las calles en su barrio.

Preguntas para hacer a los alumnos:

- ¿Para qué sirven los semáforos?
- ¿Cuáles son los factores que pueden influir en la gestión de los semáforos inteligentes?
- Guiar a los alumnos para que configuren un semáforo inteligente haciendo uso de diferentes lugares en el mapa.
- Pedir a los alumnos que utilicen y determinen las zonas con mayor o menor peligrosidad para los peatones que cruzan la calle en el mapa.

Evaluación

Para la evaluación formativa pueden considerarse las siguientes preguntas:

- Tras la actividad anterior, ¿se ha comprobado que los semáforos inteligentes pueden ayudar en la gestión del tráfico de una ciudad?
- ¿Cuál es el porcentaje en la reducción de los accidentes en carreteras con semáforos inteligentes?

Los alumnos deben completar los siguientes objetivos:

- Desarrollar un semáforo inteligente que pueda gestionar las calles de una ciudad desde varios puntos del mapa en el entorno de simulación.
- Redactar y compartir un informe sobre los problemas que los semáforos actuales pueden tener en el mapa utilizando la terminología técnica adecuada.

Competencias previas

Investigar las condiciones que tendría el tráfico ideal en una ciudad sostenible con el medio ambiente.

Áreas profesionales relacionadas

Planificación municipal y regional, ingeniería eléctrica y electrónica, ciencias de la Tierra y del espacio, ingeniería ambiental.

Materiales

El entorno de la simulación incluye un mapa callejero y semáforos.

Áreas profesionales relacionadas

Planificación municipal y regional, ingeniería eléctrica y electrónica, ciencias de la tierra y del espacio, ingeniería ambiental.

Lecturas relacionadas

[1] Kanungo, A. Sharma and C. Singla, «Smart traffic lights switching and traffic density calculation using video processing,» 2014 Recent Advances in Engineering and Computational Sciences (RAECS), 2014, págs. 1-6, doi: 10.1109/RAECS.2014.6799542.

[2] K. M. Almuraykhi and M. Akhlaq, «STLS: Smart Traffic Lights System for Emergency Response Vehicles,» 2019 International Conference on Computer and Information Sciences (ICCIS), 2019, págs. 1-6, doi: 10.1109/ICCISci.2019.8716429.

[3] <https://core.ac.uk/download/pdf/295537708.pdf>