



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática

Taller de IA para Educación Secundaria: divulgación,
motivación y desarrollo.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

AUTOR/A: López Rosique, Rubén

Tutor/a: López Rodríguez, Damián

Cotutor/a: Carrascosa Casamayor, Carlos

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

Agradecimientos

Este trabajo no hubiese podido realizarse, de no ser por la ayuda prestada por el IES Ausiàs March, de Gandía, y el IES Ramon Llull, de Valencia. Ambos centros permitieron poner en práctica el trabajo; gracias a su colaboración pudimos probar el taller resultante en sus aulas, siendo una parte fundamental del desarrollo de este proyecto. Además, un especial agradecimiento a las profesoras de los grupos en los que se impartieron ambos talleres, Cristina Camarena y Sagra Ramírez, quienes en todo momento facilitaron el proceso.

También agradecer al Museu d'Informàtica de la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica, de la Universitat Politècnica de València, por su ayuda a la hora de coordinar los talleres, así como las facilidades prestadas.

Así mismo, este trabajo no hubiese sido posible sin la ayuda prestada por parte de mis tutores, Damián López y Carlos Carrascosa, quienes se implicaron completamente en el proyecto, prestando su ayuda en todos los ámbitos que han rodeado al trabajo.

Resumen

La tecnología avanza constantemente, y uno de los sectores con mayor futuro es el de la inteligencia artificial. Las tecnologías que utilizan IA han venido para quedarse, gracias a la gran cantidad de mejoras que su implementación presenta en la industria. Esta rama, que parte de las ciencias de la computación, está presente en muchos aspectos de nuestro día a día, por lo que es fundamental comprender su funcionamiento, y entender sus usos. No obstante, existe una notoria falta de recursos educativos destinados a su aprendizaje, empezando por la casi nula presencia en los currículos escolares.

Este TFG tiene como principal objetivo el facilitar el aprendizaje de conocimientos relacionados con la inteligencia artificial en aulas de la ESO. Para esto, desarrollaremos un taller didáctico mediante Scratch, en el que enseñar estos conocimientos desde una perspectiva centralizada principalmente en la práctica.

De esta forma, introduciremos en las aulas de secundaria conceptos básicos de la IA, y del pensamiento computacional, mientras los relacionamos con las tecnologías presentes en nuestra vida diaria; buscando facilitar la comprensión de estas, y plantar una semilla de curiosidad con respecto a la materia.

Posterior a la realización del taller, este se llevará a cabo en varias aulas de la ESO. De forma que podremos probarlo y adaptarlo a un entorno real, así como tomar constancia de las opiniones que surjan, tanto del alumnado como del profesorado.

Palabras clave: Inteligencia artificial, educación, Scratch, pensamiento computacional, programación por bloques.



Abstract

Technology is constantly developing, and artificial intelligence is one of the most prosperous sectors. Technologies that use AI are here to stay, thanks to the large number of improvements that its implementation presents for the industry.

This branch, which comes from computer science, is present in many aspects of our daily lives, so it is essential to understand how it works and its multiple uses. However, there is a notorious lack of educational resources aimed at its learning, starting with the almost null presence in school curricula.

The main objective of this TFG is to facilitate the learning of knowledge related to Artificial Intelligence in ESO classrooms. To achieve this, we will develop a didactic workshop using Scratch, in which we will teach this knowledge from a perspective mainly focused on practice.

In such a way that, we will introduce in high school classrooms basic concepts of AI, and computational thinking, while we relate them to the technologies present in our daily lives. So that we will facilitate the understanding of this matter, and awaken curiosity about the subject.

After the workshop, it will be carried out in several ESO classrooms. So that we can test it and adapt it to a real environment, as well as take note of the opinions that arise, both from students and teachers.

Keywords: Artificial intelligence, education, Scratch, computational thinking, block programming.

Resum

La tecnologia avança constantment, i un dels sectors amb major futur és el de la intel·ligència artificial. Les tecnologies que utilitzen IA han vingut per a quedar-se, gràcies a la gran quantitat de millores que la seua implementació presenta en la indústria.

Aquesta branca, que parteix de les ciències de la computació, és present en molts aspectes del nostre dia a dia, per la qual cosa és fonamental comprendre el seu funcionament, i entendre els seus usos. No obstant això, existeix una notòria falta de recursos educatius destinats al seu aprenentatge, començant per la quasi nul·la presència en els currículums escolars.

Aquest TFG té com a principal objectiu el facilitar l'aprenentatge de coneixements relacionats amb la Intel·ligència Artificial en aules de l'ESO. Per a això, desenvoluparem un taller didàctic mitjançant Scratch, en el qual ensenyar aquests coneixements des d'una perspectiva centralitzada principalment en la pràctica.

D'aquesta manera, introduïrem a les aules de secundària conceptes bàsics de la IA, i del pensament computacional, mentre els relacionem amb les tecnologies presents en el nostre dia a dia; buscant facilitar la comprensió d'aquestes, i plantar una llavor de curiositat respecte a la matèria.

Posterior a la realització del taller, aquest es durà a terme en diverses aules de l'ESO. De manera que podrem provar-ho i adaptar-ho a un entorn real, així com prendre constància de les opinions que sorgisquen, tant de l'alumnat com del professorat.

Paraules clau : Intel·ligència artificial, educació, Scratch, pensament computacional, programació per blocs.





Tabla de contenido

Índice de Ilustraciones	9
Índice de Figuras	10
1. Introducción	11
1.1 Motivación	12
1.2 Objetivos.....	13
1.3 Impacto esperado	14
1.4 Estructura de la memoria.....	15
2. Estado del arte.....	17
2.1 Inteligencia artificial	17
2.2 Programación mediante bloques	19
2.3 Importancia de la Inteligencia artificial en la actualidad.....	20
2.4 IA en la educación a nivel nacional.....	23
2.5 IA en la educación a nivel internacional	28
2.6 Importancia de la concienciación medioambiental	35
3. Herramientas existentes	36
3.1 Code.org.....	36
3.1 Tynker	37
3.2 Alice.....	38
3.3 Makeblock	39
3.4 Bitbloq	41
3.5 Otras herramientas de programación por bloques	42
3.6 Juegos educativos	43
3.7 Otras herramientas en el ámbito de la robótica.....	43
4. Scratch, el entorno escogido.....	45
4.1 Scratch	45
4.2 Funcionamiento	47



4.3	Integración con MakeCode	50
5.	Desarrollo del taller.....	51
5.1	Contenidos	51
5.2	Propuesta	54
5.3	Escenario planteado	58
5.4	Estructura y ejercicios.....	61
6.	Pruebas	80
6.1	Primer taller	80
6.2	Desarrollo del segundo taller	85
6.3	Segundo taller	86
6.4	Comparativa de ambos talleres	90
7.	Conclusiones	92
7.1	Repaso a los objetivos.....	92
7.2	Logros	94
7.3	Visión a futuro.....	95
7.4	Relación con lo estudiado.....	96
7.5	Nivel personal.....	96
8.	Bibliografía.....	98
9.	Anexos	102
9.1	Programas generados	102
9.2	ODS y documentación generada	102

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Ejemplo de programación por bloques.....	20
Ilustración 2: Catálogo de módulos del curso de EPCIA 21/22.....	27
Ilustración 3: Fotografía del equipo de Code.....	32
Ilustración 4: Captura de la interfaz de Blockly.....	33
Ilustración 5: Captura interfaz de Code.....	36
Ilustración 6: Captura interfaz de Tynker.....	37
Ilustración 7: Captura interfaz de Alice.....	39
Ilustración 8: Robot mBot Neo	40
Ilustración 9: Captura de la interfaz de Bitbloq Robotics	41
Ilustración 10: Captura de la interfaz de Scratch 1	47
Ilustración 11: Captura de la interfaz de Scratch 2.....	48
Ilustración 12: Captura de la interfaz de Scratch 3.....	49
Ilustración 13: Captura de la interfaz de MakeCode.....	50
Ilustración 14: Tarjetas micro:bit	57
Ilustración 15: Robot Maqueen	58
Ilustración 16: Escenario del taller	59
Ilustración 17: Sprite del camión	63
Ilustración 18: Sprite del objeto chip	64
Ilustración 19: Sprite del cruce.....	65
Ilustración 20: Sprite del residuo, junto con la parada	65
Ilustración 21: Listas para el capítulo 2 del taller.....	69
Ilustración 22: Punto de descarga.....	71
Ilustración 23: Sprite del objeto obstáculo.....	74
Ilustración 24: Sprites del centro de recarga	78
Ilustración 25: Fotografía tomada al final del primer taller	81
Ilustración 26: Fotografía tomada al inicio del segundo taller.....	90
Ilustración 27: Fotografía tomada durante la realización del segundo taller.....	97



Índice de Figuras

Figura 1: Gráfico pregunta n.º 1, primer taller	82
Figura 2: Gráfico pregunta n.º 2, primer taller	82
Figura 3: Gráfico pregunta n.º 3, primer taller	83
Figura 4: Gráfico pregunta n.º 4, primer taller	83
Figura 5: Gráfico pregunta n.º 5, primer taller	84
Figura 6: Gráfico pregunta n.º 1, segundo taller	87
Figura 7: Gráfico pregunta n.º 2, segundo taller	87
Figura 8: Gráfico pregunta n.º 3, segundo taller	88
Figura 9: Gráfico pregunta n.º 4, segundo taller	88
Figura 10: Gráfico pregunta n.º 5, segundo taller	89

1. Introducción

Enseñamos Física elemental a los niños no para que se conviertan en físicos, sino porque viven en un mundo gobernado por las leyes de la Física. Del mismo modo, deberían aprender Ciencias de la Computación desde pequeños, porque viven en un mundo en el que la computación está por todas partes. [1]

Esta cita de Enrique Dans en la que hace una traducción libre de un fragmento del *manifesto for teaching computer science in the 21st century* [2] ilustra a la perfección la necesidad de hacer un esfuerzo en mejorar y actualizar la educación informática, adaptando su docencia a las necesidades actuales del mundo en el que vivimos. Pues es fundamental conocer y entender el funcionamiento de aquellas tecnologías que forman parte de nuestra vida cotidiana.

Una de las disciplinas que poco o nada se trata en las aulas de secundaria es la inteligencia artificial, la cual tiene cada vez más importancia en nuestro día a día. Su utilización puede ser crítica de cara al desarrollo económico de casi cualquier país; un estudio de Accenture reveló que la IA podría duplicar tasas anuales de crecimiento [3]. Por ende, no es nada descabellado pensar en la importancia de educar a los jóvenes en un campo con tanto impacto, en la mayoría de las industrias, a nivel global. Y para esta tarea es imprescindible disponer de recursos que faciliten un aprendizaje adecuado y de calidad.

Con la realización de este taller de inteligencia artificial orientado a alumnos de la ESO, planteamos un acercamiento sencillo y asequible que permitirá la adquisición de conocimientos base sobre IA. Para ello, no solo nos centraremos en la teoría que envuelve esta disciplina, sino que en todo momento se buscará relacionar los conceptos tratados con ejemplos reales, de manera que facilite su comprensión y demuestre la utilidad real de los temas tratados.



1.1 Motivación

La propuesta de este trabajo surge por parte del Museu d'Informàtica¹ de la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica, de la Universitat Politècnica de València.

El museo dispone de un catálogo de actividades y talleres que imparte a alumnos de secundaria y bachillerato. Actualmente, dispone de tres bloques de talleres: la informática vintage, talleres de programación y talleres de criptografía y criptoanálisis, bloques que a su vez se dividen en talleres dependiendo de su dificultad.

La motivación del museo era la de disponer, dentro de su catálogo de actividades y talleres, de una unidad didáctica orientada a la inteligencia artificial, que permitiera mostrar a estudiantes de secundaria las bases de esta disciplina.

El museo considera importante acercar tecnologías de amplio uso diario en la vida cotidiana a las nuevas generaciones, así como a potenciales estudiantes de carreras STEM².

Inciendo no tanto en los límites de la IA, sino en cómo técnicas sencillas, tanto a la hora de comprenderlas como al implementarlas, pueden ayudar a resolver una infinidad de problemas cotidianos. Si bien en ocasiones estas soluciones pueden no ser del todo eficientes, son eficaces, y permiten un acercamiento asequible para esas edades.

Por mi parte, estaba buscando tutores para realizar un TFG acordado, con la idea de hacerlo sobre algo relacionado con el mundo de los videojuegos, bastante alejado del ámbito de este trabajo, no obstante, tampoco quería cerrarme a ideas diferentes.

Contacté con Carlos Carrascosa con la intención de acordar un trabajo, y fue él quien me habló de esta propuesta. Me comentó que el Museu d'Informàtica tenía interés en hacer un proyecto relacionado con la inteligencia artificial en la educación secundaria, y que creía que podría adaptarse a ser un TFG. Junto con Damián López, director del Museu, me explicaron en qué consistía el proyecto.

Desde el primer momento me pareció una ida muy interesante para llevar a cabo, tenía muy fresca mi experiencia en las clases de informática cuando cursaba

¹ Página accesible en <http://museo.inf.upv.es>.

² Acrónimo formado por las iniciales en inglés de los ámbitos de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas

secundaria, en las que considero que la experiencia, desde un punto de vista educativo, dejó mucho que desear.

Además, como alumno del Grado en Ingeniería Informática, me hubiese gustado empezar mis estudios universitarios con algunos conocimientos previos. Igualmente considero que, de no haber estudiado un grado STEM, esos mismos conocimientos me seguirían siendo muy útiles, dado el contexto en el que vivimos.

Estos fueron los motivos, tanto por parte del museo, de donde surge la idea, como por mi parte; los cuales me hicieron aceptar esta propuesta de cara a realizar mi trabajo de fin de grado.

1.2 Objetivos

El trabajo tiene como objetivo principal el desarrollar un taller con el cual poder explicar inteligencia artificial en las aulas de la ESO. Para ello, se llevarán a cabo distintas actividades conjuntas.

Estas actividades se efectuarán en el entorno de programación Scratch, orientado a establecer un acercamiento asequible desde el punto de vista académico, a la vez que interesante, mientras se abordan conceptos básicos de inteligencia artificial.

Se busca ejemplificar como, de forma sencilla y eficaz, la IA puede ayudarnos a resolver múltiples problemas reales, ayudando a entender el alcance que tiene esta disciplina hoy en día.

Al mismo tiempo, se relacionarán constantemente los conceptos dados con ejemplos presentes en la vida cotidiana, pues contamos con la ventaja de tener disponibles muchos ejemplos en nuestro día a día, y la mejor forma de aprender algo es poder verlo de cerca. Esto último se hace más palpable en estas edades, y en una disciplina en la que el apartado teórico puede resultar complejo.

Teniendo en cuenta la importancia de tener conocimientos informáticos en una sociedad informatizada, y la poca atención que recibe la informática en la ESO. Consideramos de vital importancia que las herramientas que proporcionaremos al profesorado permitan aleccionar conceptos de IA sin requerir prácticamente conocimientos previos, ni nociones de programación.



Además, proponemos abordar temas de carácter medioambiental como contexto de las actividades que se tratarán en el taller, siendo el reciclaje y los vehículos eléctricos, el eje sobre el que se plantearán y se llevarán a cabo las actividades.

Para asegurar el cumplimiento de los objetivos mentados, se ha impartido el taller en varios institutos, donde hemos podido comprobar la aceptación del material, tanto por parte del alumnado como del profesorado. Además, las opiniones y sugerencias obtenidas se han utilizado para mejorar la documentación, así como adaptarla a un entorno real.

Después de probar el taller y analizar el material, los recursos generados se pondrán a disposición para ser usados, como taller o como material para dar clase. De esta forma, el trabajo efectuado puede servir de lanzadera a otros talleres, todo con la intención de ayudar a facilitar un acercamiento a la inteligencia artificial en las aulas.

1.3 Impacto esperado

Mediante la realización de los talleres y la generación de material didáctico, se espera que los alumnos asimilen algunos conceptos importantes dentro de la rama de la inteligencia artificial, y la forma en la que está presente en nuestra vida diaria. Además, se pretende despertar su interés en la materia y en seguir profundizando en sus conceptos.

Se espera que este trabajo pueda servir de punto de partida para futuras mejoras y posibles aplicaciones a posteriori en otros institutos. Una vez finalizado estará disponible dentro del catálogo de talleres del Museu d'Informàtica, donde podrá seguir siendo impartido.

Con el éxito de estos talleres, no solo se obtendría material para ser usado de forma inmediata en las aulas de secundaria, sino que ayudaría a hacer ver que se pueden usar herramientas tan simples y fáciles como Scratch para aprender sobre inteligencia artificial, u otras disciplinas informáticas, además de romper el tabú de ver esta materia como algo demasiado complejo que explicar en esas edades.

1.4 Estructura de la memoria

Esta memoria está dividida en los siguientes apartados:

- Segundo capítulo, **Estado de arte**: Se empezará definiendo la inteligencia artificial, y explicando la importancia que tiene en la actualidad. A su vez, también explicaremos en qué consisten los lenguajes de programación por bloques y las ventajas que estos presentan frente a los convencionales. Seguidamente, haremos un recorrido al estado de la IA en las aulas y su presencia en los currículos, tanto a nivel nacional como internacional. Además, se analizarán distintas iniciativas destinadas a facilitar el acercamiento de las Ciencias de la Computación a la educación, principalmente en secundaria.
- Tercer capítulo, **Herramientas existentes**: Se analizarán las diferentes herramientas que se utilizan en la actualidad para enseñar conocimientos relacionados con la informática en edades tempranas, generalmente programación.
- Cuarto capítulo, **Scratch, el entorno escogido**: Servirá para analizar la herramienta escogida para la realización del taller. Revisaremos sus puntos fuertes, y los débiles, junto a los motivos que nos han llevado a escogerla sobre las demás. También nos adentraremos en su funcionamiento, esencial para poder entender el planteamiento del taller. Y veremos cómo puede integrarse con otras herramientas interesantes para la tarea.
- Capítulo quinto, **Desarrollo del taller**: Detallaremos los contenidos, la estructura, y las actividades que conformarán el taller. En este capítulo recorreremos de principio a fin el desarrollo del mismo, explicando su funcionamiento y la forma en la que se presentarán los conceptos a explicar.
- Capítulo seis, **Pruebas**: Después de explicar en qué consiste la actividad, será el momento de probarla. Explicaremos como fue el trascurso del taller, así como nuestras impresiones, y los puntos a mejorar.



Posteriormente, se explicarán los cambios y mejoras con los que cuenta el segundo taller, su desarrollo en el aula y los nuevos resultados obtenidos.

- Séptimo capítulo, **Conclusiones**: Por último, se hará un repaso a los objetivos propuestos, analizando si han sido cumplidos y en qué grado. También explicaremos los logros que haya podido alcanzar el taller, junto con la visión a futuro.

Dejando para el final, el impacto que ha supuesto a nivel personal la realización del trabajo.

2. Estado del arte

En este capítulo, empezaremos definiendo que es la inteligencia artificial, así como la gran importancia que tiene hoy en día. También explicaremos en que consiste la programación en bloques.

Luego analizaremos el panorama educativo actual en las aulas de secundaria, tanto en el ámbito nacional como en el global, además de ver que propuestas hay planteadas, ya sean de cara a introducir la IA en los currículos escolares, o a dotar de herramientas para facilitar su docencia.

2.1 Inteligencia artificial

Las Ciencias de la Computación son el conjunto de todas las ramas de la informática que utilizan la información y la algorítmica con el objetivo de resolver problemas informáticos. Entre las múltiples disciplinas que abarca, una de las más importantes es la inteligencia artificial.

La IA se encarga de intentar replicar y desarrollar la inteligencia, y los procesos que esta conlleva, en máquinas.

El término fue acuñado por el informático John McCarthy, junto con Marvin Minsky y Claude Shannon, en 1956 durante la conferencia de Dartmouth [4].

En aquel momento, se definió como la ciencia e ingeniería de hacer máquinas inteligentes. Sin embargo, desde entonces se han elaborado diferentes enfoques mediante los cuales definir esta disciplina:

- Actuar como las personas: Esta es la definición de McCarthy, y consiste en que para evaluar la inteligencia se tiene que equiparar con el comportamiento humano; para que una máquina sea considerada inteligente, tiene que comportarse como lo haría una persona. Originalmente, este enfoque surge del Test de Turing, de 1950 [5].



Es el punto de vista socialmente más reconocido, ya que principalmente la gente asocia casi exclusivamente la inteligencia artificial con herramientas tales como los asistentes virtuales, por simular el comportamiento humano.

- Razonar como las personas: En este enfoque los resultados pasan a un segundo plano, siendo más importante el razonamiento de la máquina, mediante el cual determina sus acciones. Esta aproximación busca desarrollar máquinas que sean capaces de razonar como lo haríamos nosotros.
- Razonar racionalmente: Este enfoque también se centra en el razonamiento, pero sin asemejarlo al humano, buscando un razonamiento racional. De esta forma, las máquinas inteligentes deben razonar siguiendo la lógica y la formulación.
- Actuar racionalmente: El objetivo vuelve a ser los resultados, pero esta vez siendo evaluados desde la objetividad, alejados de los de un ser humano. Bajo este enfoque, las máquinas actúan de forma racional y lógica.

Hoy en día vivimos rodeados de sistemas que utilizan de alguna forma la inteligencia artificial, desde los asistentes de voz, anteriormente mencionados, como Alexa, Siri o Google Assistant, hasta en aplicaciones médicas, pasando por optimizaciones de rutas, funciones dentro de nuestros teléfonos móviles e incluso videojuegos.

La inteligencia artificial tiene un papel fundamental en el desarrollo de muchas tareas y cada vez se está empleando más en todo tipo de ámbitos.

El crecimiento en el uso de tecnologías que funcionan con IA se ve reflejado en el aumento de ingresos en su mercado. Un estudio de la International Data Corporation (IDC), prevé que los ingresos mundiales en el mercado de la inteligencia artificial crezcan un 19,6% año tras año, y se espera que el mercado rompa la marca de 500 mil millones de dólares en 2023 [6].

2.2 Programación mediante bloques

En la informática, la sintaxis de un lenguaje de programación es el conjunto de reglas que definen como ha de escribirse el código. Establecen las declaraciones, las expresiones, y la forma en la que se estructuran las diferentes combinaciones de símbolos que forman el lenguaje.

La sintaxis es uno de los principales problemas a la hora de aprender a programar, y constituye una de las primeras barreras con las que se toparán los estudiantes que quieran aprender programación.

Este problema se acrecienta en edades más bajas, en las que, además, no se busca tanto el que aprendan a desarrollar programas complejos, sino que principalmente se busca el introducir al pensamiento computacional.

Debido a estos dos factores, disponer de un lenguaje más intuitivo que elimine la barrera de la sintaxis, puede suponer una ventaja muy significativa a la hora de querer enseñar programación en edades tempranas. Es aquí donde entra la programación por bloques.

La programación mediante bloques permite aprender la lógica que hay implícita en el pensamiento computacional que engloba a la programación, pero sin tener que entrar en las complicaciones que pueden presentar los lenguajes tradicionales en una fase de aprendizaje temprana.

Funciona conectando bloques, de forma similar a las piezas de un puzzle. Cada uno de estos bloques funciona a modo de instrucción, evento o condición, y bien podrían ser declaraciones en cualquier lenguaje de programación convencional.

Encajando los bloques se van formando secuencias de código, con el que se pueden crear programas de una forma más simple, sencilla e intuitiva.





Ilustración 1: Ejemplo de programación por bloques. Captura de la interfaz de Scratch

Gracias a que no requiere conocimientos sobre como escribir el código, programar mediante bloques ayuda a centrarse únicamente en la lógica, y facilita y acelera el aprendizaje de los más jóvenes. De igual forma, funciona genial como primer contacto con la programación, desde el cual aprender los fundamentos, antes de pasar a lenguajes más complejos que requieran una sintaxis más complicada.

2.3 Importancia de la Inteligencia artificial en la actualidad

La inteligencia artificial es uno de los términos más mencionados actualmente en todo el mundo, y no es para menos, el impacto que tiene y podría tener en los próximos años puede suponer, lo que muchos han calificado como: Una auténtica cuarta revolución industrial.

Para entender el potencial de la IA, es fundamental comprender la principal diferencia sobre el software tradicional. Hasta la introducción de la inteligencia artificial, el software consistía básicamente en ejecutar una secuencia de órdenes preestablecidas. Si bien estas órdenes pueden condicionarse para responder a múltiples estímulos, no dejan de ser órdenes que previamente han sido pensadas por un ser humano; las máquinas ejecutan las órdenes, no las piensan.

Es aquí donde la inteligencia artificial da un paso importante y verdaderamente revolucionario, pues ahora, por medio de diferentes sistemas de recopilación y análisis de datos, las inteligencias artificiales son capaces de obtener soluciones por sí mismas, soluciones que no necesariamente hayan sido preconfiguradas, como si lo estaban en el software tradicional. Esto supone un cambio de paradigma a la hora de entender el alcance y funcionamiento de la informática, permitiendo, entre otras cosas, automatizar procesos y todo lo que esto conlleva.

Además, algunas formas de inteligencia artificial permiten adaptar su funcionamiento a través de algoritmos de aprendizaje, y cuanto más aprenden de los datos que analizan, más precisas se vuelven. Esto último, sumado al Big Data³, dota de un escenario perfecto que permite el desarrollo de inteligencias artificiales que se nutren de enormes cantidades de datos.

Todo esto tiene un impacto directo en el mundo empresarial. La IA permite una mejora en el desarrollo de estrategias empresariales, lo que desemboca en un aumento directo de la productividad, y de la eficiencia.

Entre otras mejoras, algunos sistemas que implementan soluciones basadas en inteligencia artificial pueden realizar aprendizaje de errores, permitiendo reducir cuantiosamente los mismos, lo que en ámbitos empresariales se traduce en un aumento considerable en la eficiencia.

Las mejoras obtenidas permiten, principalmente, ahorrar mucho tiempo y recursos, que directamente se traduce en una reducción de costes y un aumento de beneficios.

Por si fuera poco, la IA permite un mejor análisis de los clientes, permitiendo un trato que se adapte mejor a las demandas de estos, mejorando las estrategias de fidelización. Y, además, no solo se obtiene un mayor conocimiento de los clientes, también de los productos, lo que permite una simplificación en los procesos de control, gestión y de producción. De esta forma, la inteligencia artificial genera un impacto notorio en prácticamente todos los ámbitos de cualquier empresa.

Dadas estas ventajas, cada vez son más los empresarios que planean introducir medidas que involucren la IA en las actividades de sus empresas. En España, el 65%

³ Big Data se refiere a los conjuntos de datos de mayor tamaño y más complejos, tan voluminosos que no pueden ser gestionados de forma tradicional. Pero pueden ser usados para abordar múltiples problemas que antes eran imposibles.



de las empresas ya implementa IA o planea hacerlo para impulsar sus estrategias de ESG⁴, según un estudio de IBM [7].

Además, los expertos que se reunieron en el primer foro *IndesIA: El impacto de la Inteligencia artificial en la industria*, celebrado en febrero de este año, estiman que solamente la aplicación de la IA en la industria española tendrá un impacto de aproximadamente 16.500 millones de euros en el PIB en 2025 [8].

Por otro lado, en este mismo foro, se puso el foco sobre la necesidad de formación, se necesita talento emergente en estas nuevas tecnologías, dado que la falta de personal cualificado supone un gran obstáculo en crecimiento tecnológico de las empresas.

El Ministerio de Industria, Comercio y Turismo lanzó en abril de este mismo año, una línea de ayudas con 140 millones de euros destinados a apoyar la transformación digital de la industria [9]. La intención es incentivar a la incorporación de conocimientos, tecnologías e innovaciones que estén destinadas a la digitalización de los procesos existentes, así como a la creación de nuevos productos y servicios tecnológicamente avanzados y de mayor valor añadido en las empresas industriales de nuestro país. Los ámbitos temáticos de la convocatoria abarcan, entre otros, la inteligencia artificial.

Además, en diciembre de 2020 se aprobó en España la Estrategia Nacional en Inteligencia Artificial (ENIA) [10], que tiene el objetivo de ayudar a impulsar el desarrollo, cuidado, y uso responsable de la inteligencia artificial en nuestro país.

La ENIA propone una serie de 30 medidas destinadas a cumplir con los 7 objetivos estratégicos que se proponen. Estos objetivos son: Excelencia científica e innovación en Inteligencia artificial, Proyección de la lengua española, Creación de empleo cualificado, Transformación del tejido productivo, Entorno de confianza en relación a la Inteligencia artificial, Valores humanistas en la Inteligencia artificial e Inteligencia artificial inclusiva y sostenible.

Fuera de nuestro país, la Comisión Europea, con el objetivo de impulsar la IA a nivel europeo, mientras se mantiene un uso responsable y ético, publicó en 2020 el *Libro Blanco sobre Inteligencia artificial* [11]. En él se busca un enfoque europeo coordinado en torno a las implicaciones éticas y humanas de la inteligencia artificial.

Este enfoque tiene sus pilares en la regulación y en la inversión, y está dirigido a asegurar un ecosistema de excelencia y un ecosistema de confianza.

⁴ Los criterios ESG se refieren a factores ambientales, sociales y de gobierno corporativo, tenidos en cuenta en el momento de invertir en una empresa.

Para la obtención de un ecosistema de excelencia, se fijan una serie de acciones políticas con el objetivo de movilizar recursos, destinados a armonizar los esfuerzos destinados al desarrollo e implementación, de nuevas tecnologías que incorporen IA. Entre estas acciones se encuentra un plan coordinado que pretende atraer más de 20.000 millones de inversión total anual en IA en la Unión Europea, para los próximos 10 años.

Para obtener un ecosistema de confianza, en el Libro Blanco se proponen una serie de acciones con fines a establecer una nueva legislación sobre la inteligencia artificial, que se adapte a posibles riesgos, como la opacidad en la toma de decisiones, las discriminaciones, de género o de otros tipos y la intromisión de la privacidad o su uso con fines delictivos.

A nivel global, seguimos encontrando estudios positivos respecto a la incorporación de la inteligencia artificial. Según los resultados del último *McKinsey Global Survey on AI* [12], en 2021 la tendencia de adopciones de tecnologías que incorporan la IA continuaba al alza, el 57% de los encuestados en economías emergentes reportan adopción, un aumento del 12% respecto de 2020, todo esto durante el contexto de crisis sanitaria provocada por el COVID-19.

Queda claro que el mercado de la IA, y en general su utilización, está teniendo un gran crecimiento, tanto a nivel internacional como en nuestro propio país, y que tanto las instituciones políticas como los empresarios, están apostando a corto-medio plazo por su crecimiento. Esto parece indicar que estas tendencias seguirán al alza durante los próximos años, desempeñando un papel vital en el desarrollo tecnológico.

2.4 IA en la educación a nivel nacional

Si observamos el currículo académico actual de las asignaturas relacionadas con la Informática en la Generalitat Valenciana [13], vemos que en la ESO no se imparte ninguna asignatura troncal de ámbito informático; mientras que se imparte una asignatura de libre configuración autonómica, Informática, y otra del bloque de asignaturas específicas, TIC (Tecnologías de la información).

La asignatura de Informática se imparte en primero, segundo y tercero de la ESO, y trata de abordar múltiples ramas de esta ciencia, que al ser tan extensas podemos adivinar que poco podrá profundizarse en cada una de ellas. En ningún bloque se trata nada relacionado con la inteligencia artificial.

La asignatura de TIC se centra más en la producción de contenido digital, y tampoco trata nada relacionado con el campo de la IA.

En bachillerato deja de impartirse la asignatura de Informática, mientras que TIC sigue siendo parte del bloque de específicas, y pasará a ser una mezcla de ambas asignaturas; teniendo bloques dedicados a la programación, arquitectura de equipos informáticos, redes y seguridad informática; además de organización, diseño, producción, publicación y difusión de contenidos digitales. Por lo tanto, en bachillerato tampoco se aborda nada relacionado con la inteligencia artificial.

A nivel nacional, recientemente se ha elaborado un nuevo decreto educativo, el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, en que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria [14].

Si lo analizamos encontramos que, pese a que se tratarán aspectos relacionados con la informática en otras materias, como en matemáticas, no se dispondrá de ninguna asignatura dedicada puramente a esta ciencia, solo se cursará de forma obligatoria un año de Tecnología y Digitalización.

Esto deja en las manos de las Comunidades Autónomas la posibilidad de sumar asignaturas optativas que traten la informática, sabiendo que como mínimo deben incluir una asignatura que fomente la competencia digital. Pero de nuevo, una única asignatura puede no ser suficiente si contamos la cantidad de ramas que resultaría interesante, por lo menos introducir, desde el punto de vista docente.

Esta vez, la inteligencia artificial estará presente, únicamente, de forma introductoria en Tecnología y Digitalización.

Respecto a las iniciativas de ámbito nacionales que tratan de incorporar la inteligencia artificial en la educación secundaria, encontramos las siguientes propuestas:

Por un lado, tenemos a La Escuela de Pensamiento Computacional e inteligencia artificial (EPCIA)⁵, que es un proyecto del Ministerio de Educación y Formación

⁵ Página accesible en <https://code.intef.es/epcia/>

Profesional. Desarrollado en colaboración con las Consejerías y Departamentos de Educación de las Comunidades y Ciudades Autónomas, tiene el objetivo de ofrecer recursos educativos abiertos y formación destinada a ayudar a los docentes a incorporar el Pensamiento Computacional y la inteligencia artificial a su práctica, a través de diversas actividades que tratan la programación y la robótica.

EPCIA es una iniciativa orientada a contribuir en la consecución de los *Objetivos de Desarrollo Sostenible*, adoptados en la *Agenda 2030* por más de 193 países de las Naciones Unidas el 25 de septiembre de 2015 [15]. Esta iniciativa se centra en los objetivos 4, 5 y 8, que son respectivamente: Educación de calidad, Igualdad de género y Trabajo decente y crecimiento económico.

La Escuela de Pensamiento Computacional e inteligencia artificial presenta una edición por curso lectivo desde 2018/2019.

Durante el curso 2018/2019, se contó con más de 700 docentes y aproximadamente 14.000 estudiantes a nivel nacional. Los docentes fueron formados, previamente, durante tres meses. Y después de la formación, los educadores pudieron desarrollar diferentes actividades, divididas en tres niveles: Primaria, ESO, y Bachillerato y FP.

Mientras que en Primaria se llevaron a cabo actividades enfocadas en matemáticas y en Scratch, en la ESO se trabajó con Arduino, y en Bachillerato y FP se trató la programación con robots, drones y coches autónomos.

En cuanto a los contenidos, el temario de la ESO, que es el que más nos interesa porque es el nivel al que dirigiremos el trabajo, está dividido en los siguientes bloques: Programación, Señales digitales, Señales analógicas y comunicación en serie, Robótica, y Comunicación inalámbrica y sensores avanzados.

La edición del curso 2019/2020 planeaba centrarse en la inteligencia artificial, pero debido a la crisis provocada por la COVID-19, se acabó paralizando el proyecto.

En el curso 2020/2021 se retomó la iniciativa, con casi 900 docentes y alrededor de 7500 estudiantes, esta vez realizándose de forma completamente telemática. Nuevamente, se instruyó primero a los docentes, los cuales pusieron en práctica lo aprendido entre los meses de marzo y junio, llevando a cabo actividades divididas en tres niveles:



- **Nivel 1:** Compuesto por alumnos de infantil y de primero, segundo y tercero de primaria. En este nivel se propuso trabajar en actividades unplugged⁶ en las que, mediante juegos de lógica, vasos, cuerdas, cartas o movimientos físicos, se representaron conceptos relacionados con la inteligencia artificial.
- **Nivel 2:** Compuesto por alumnos de cuarto, quinto y sexto de primaria y primero y segundo de secundaria. Se enfocó el nivel en que los alumnos reconocieran el uso de la IA en los dispositivos informáticos presentes en su día a día, entendiendo la forma en la que, mediante sensores, razonamiento, aprendizaje e interacción, son capaces de percibir el entorno. Además, se desarrolló un videojuego sencillo que hacía uso de machine learning⁷.
- **Nivel 3:** Compuesto por tercero y cuarto de secundaria, bachillerato y FP. En este nivel se buscó alcanzar los mismos objetivos que en el nivel anterior, pero mediante proyectos de desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles, integrando soluciones que implementaban inteligencia artificial.

Durante el curso actual, 2021/2022, el taller presenta una estructura similar a las anteriores, y se dividirá en las siguientes fases:

- **Fase 1:** Formación personalizada en línea. En la que se formará tanto técnica como pedagógicamente a los docentes, y se diseñará una propuesta didáctica para aplicarse en el aula.
- **Fase 2:** Puesta en práctica. En la que los profesores aplican en el aula las propuestas didácticas aprendidas durante la formación.
- **Fase 3:** Investigación. Finalmente, se realizará una investigación que mida el impacto del proyecto en las aulas, recogiendo datos en colaboración con los docentes que han participado.

⁶ Actividades que no hacen uso de dispositivos digitales.

⁷ Disciplina científica del ámbito de la inteligencia artificial que procura crear sistemas capaces de aprender automáticamente.

De cara a los contenidos, se agrupan en cinco áreas: Pensamiento Computacional, Programación por bloques, Lenguajes de Programación: Python, Inteligencia artificial y Robótica.

Cada área se divide en distintas competencias a través de un catálogo de bloques formativos, compuesto por diferentes niveles de dificultad.

En cuanto a los contenidos, como se observa en la imagen de a continuación, las áreas se dividen en los siguientes bloques:

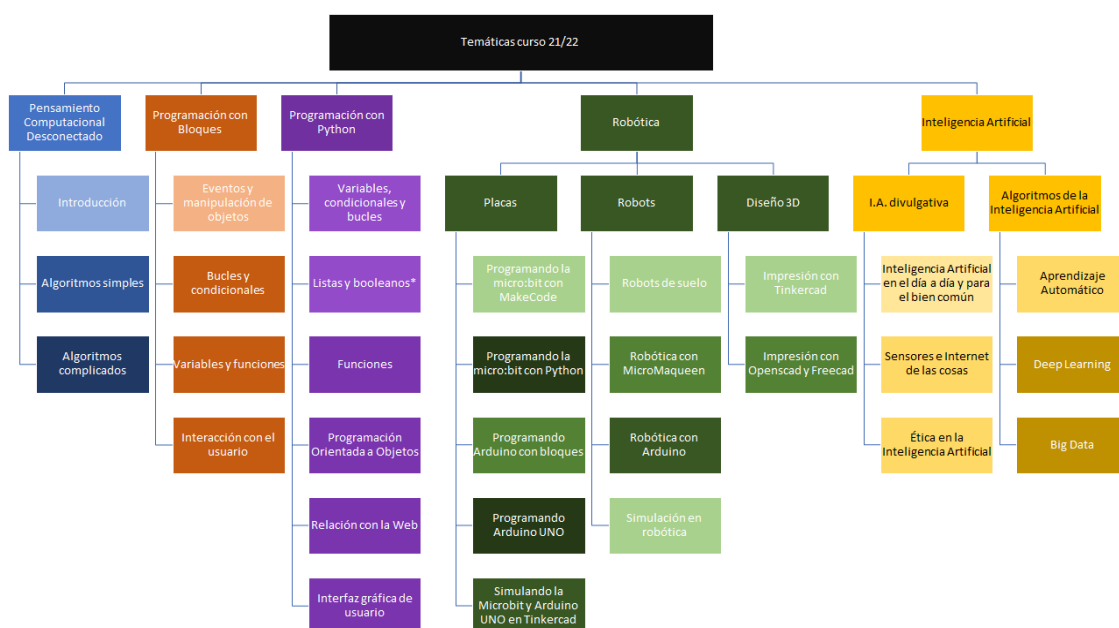


Ilustración 2: Catálogo de módulos del curso de EPCIA 21/22. Obtenida de <https://code.intef.es/epcia>

Esta nueva forma de estructurar el contenido pretende que cada participante pueda preparar su propia aproximación, teniendo en cuenta sus criterios propios, así como las limitaciones y conocimientos previos.

Siguiendo las demás propuestas a nivel nacional, encontramos a la Sociedad Internacional para la Tecnología en Educación (ITSE)⁸, una comunidad a nivel internacional formada por educadores con el objetivo de acercar la tecnología a la enseñanza, así como de acelerar la innovación y resolver los problemas que dificulten estas tareas.

Desde la ITSE se organizan distintos eventos dedicados a apoyar a los educadores en la utilización de tecnología, e impulsar las buenas prácticas. Además de publicar libros,

⁸ Página accesible en <https://www.iste.org>.



artículos y revistas orientados a conducir a los docentes a la vanguardia del conocimiento y la práctica de la EdTech⁹, también ofrecen formación académica durante todo el año.

Referente a la inteligencia artificial, ITSE ofrece guías, cursos y un libro.

Las guías, están orientadas a dar recursos a los docentes para aleccionar conocimientos referentes a la IA; y contienen algunos proyectos para realizar de forma didáctica en clase. Proporcionan guías para educadores de primaria, educadores de secundaria, educadores electivos, educadores en ciencias de la computación y sobre ética de la IA.

Respecto a los cursos, disponen de dos cursos sobre inteligencia artificial, uno dedicado a profesores, para ayudar a llevar la IA al aula, y otro destinado a los propios estudiantes, en el que se hace una introducción a esta disciplina y a sus múltiples usos.

En lo referente al libro, explora el concepto de la inteligencia artificial, su funcionamiento y formas en las que puede ser incorporada en las clases.

Es importante mencionar que, aunque el curso destinado a alumnos y las guías sean gratuitas, el libro y el curso para profesores no; lo cual es un inconveniente a tener en cuenta a la hora de querer estandarizar y llevar a las aulas estos conocimientos, pues es una barrera importante de acceso. No obstante, es una propuesta relevante e interesante de cara a analizar y tomar referencias.

2.5 IA en la educación a nivel internacional

En el ámbito internacional, la noticia que más resalta en lo referente a la inteligencia artificial y la educación es la utilización de la IA dentro de las aulas de China [16].

Este experimento no busca enseñar conocimientos referentes a esta disciplina, sino que da un paso más, usando la IA como motor para dirigir el aprendizaje. Este rediseño de la forma de educar permite una docencia adaptativa a las necesidades individuales de cada alumno.

⁹ Término que se refiere a la Educación en Tecnología.

Los sistemas de inteligencia artificial que se están utilizando en China estudian cuáles son los puntos que reforzar en cada alumno, y crean un plan de estudios único.

A su vez, este sistema es capaz de aprender por sí solo, de forma que mientras más alumnos lo utilicen, más conexiones entre conceptos se detectan, permitiendo a la IA evolucionar constantemente, y así lo hace también su plan de estudios.

Decenas de millones de estudiantes chinos ya emplean de alguna forma la IA para estudiar, la compañía Squirrel¹⁰ lidera esta iniciativa.

Fundada en 2014, la empresa ha obtenido, gracias a este experimento, un crecimiento enorme en sus primeros 5 años de funcionamiento, en los cuales abrió 2.000 centros de aprendizaje en 200 ciudades, y contó con más de un millón de estudiantes. A finales del 2018 su valor supero los 910 millones de euros y en 2021 operó aproximadamente en 60.000 escuelas públicas [17].

Si bien la utilización de la inteligencia artificial en las aulas chinas mejora los resultados y optimiza el aprendizaje, aún no está claro la forma en la que este cambio de paradigma puede afectar en los alumnos. Pues una menor interacción con educadores humanos puede afectar al desarrollo de habilidades que hoy en día son exclusivas del ser humano, como la creatividad o la colaboración.

Los expertos aseguran que mediante estos sistemas no se prepara a los alumnos para ser flexibles en un mundo cambiante. Por lo que, si bien utilizar la inteligencia artificial en las aulas puede ayudar a mejorar el aprendizaje en determinadas materias, hoy en día es vital que los profesores sigan teniendo el papel principal.

Ahora pasamos a analizar algunas de las propuestas internacionales centradas en facilitar un acercamiento a la IA en la educación, ya sea de cara a incluir materias relacionadas en el temario de secundaria, o destinadas a dotar de recursos con el objetivo de facilitar el aprendizaje en edades tempranas.

El Gobierno Indio introdujo para el curso 2019/2020 la materia “Artificial Intelligence” en el plan de estudios escolar [18].

Este nuevo plan de estudios integra esta disciplina como materia optativa, y ya se está impartiendo en los grados del ocho al diez, lo que en España equivaldría a segundo, tercero y cuarto de la ESO. Respecto a los contenidos que se tratarán, la asignatura

¹⁰ Página accesible en <http://squirrelai.com>



tiene como objetivo principal el familiarizar a los estudiantes con el uso de estas tecnologías.

En Inglaterra, en 2013, se planeó incluir en el currículo de Bachillerato la asignatura Computer Science [19]. De esta forma, Ciencias de la Computación forma parte de las ciencias presentes en el bachillerato inglés, junto a Física, Química y Biología.

Esta medida, según el Departamento de la Educación de Inglaterra, trata de responder al aumento de importancia de las Ciencias de la Computación en la sociedad actual, tanto en la educación como en la economía.

A continuación, pasamos a ver las propuestas que se plantean para ser usadas internacionalmente:

En primer lugar, tenemos a la Computer Science Teachers Association (CSTA)¹¹, que surge de la Association for Computing Machinery (ACM)¹² que, fundada en 1947, es la primera sociedad científica y educativa en el campo de la Computación.

La CSTA, con el objetivo de facilitar la enseñanza de las Ciencias de la Computación, ha creado un estándar en el que se define lo que los estudiantes de primaria y secundaria deberían aprender. Este estándar ha sido gestado por un equipo dirigido principalmente por profesores, y se revisa periódicamente, de forma que se adapta al constante avance de las Ciencias de la Computación.

Se denomina *CSTA K-12¹³ Computer Science Standards* [20], y es un documento que define los objetivos desde el punto de vista docente respecto a la enseñanza informática, en etapas previas a la universitaria, en el que el principal objetivo consiste en integrar la Computing Education¹⁴ a nivel global.

Está compuesto por un total de 53 estándares, que se dividen en los siguientes conceptos: Computing Systems, Networks & the Internet, Data & Analysis, Algorithms & Programming e Impacts of Computing.

En los grados equivalentes a la ESO, no implementan la IA como estándar, pero sí que la introducen en bachillerato, en los estándares: 3B-AP-08 y 3B-AP-09. Los cuales tratan de “Describir cómo la inteligencia artificial impulsa muchos software y sistemas

¹¹ Página accesible en <https://www.csteachers.org>

¹² Página accesible en <https://www.acm.org>

¹³ K-12 es la designación utilizada en algunos sistemas educativos para la escolarización primaria y secundaria.

¹⁴ Es la ciencia y el arte de enseñar y aprender informática, computación y pensamiento computacional. También aborda temas pedagógicos, como el impacto de la informática en la sociedad.

físicos” e “Implementar un algoritmo de inteligencia artificial para jugar un juego contra un oponente humano o resolver un problema”, respectivamente.

Estos estándares pueden ser un buen punto de partida, y funcionar de guía de cara a plantear un currículo en el que las Ciencias de la Computación tengan un papel más relevante dentro del sistema educativo.

Además, CSTA forma parte de una iniciativa junto a la Association for the Advancement of Artificial Intelligence¹⁵ (AAAI), la National Science Foundation¹⁶ (NSF) y la Carnegie Mellon University School of Computer Science¹⁷, llamada AI4K12¹⁸.

Esta iniciativa tiene tres principales objetivos: Desarrollar una guía para enseñar inteligencia artificial dentro del K-12 en Estados Unidos, proporcionar una fuente de recursos online dirigida a facilitar la enseñanza de la IA, y crear una comunidad formada por docentes e investigadores en la que se comparten recursos y herramientas que faciliten el acercamiento a la IA a los estudiantes de primaria y secundaria.

Otra propuesta a nivel internacional es Code¹⁹, una organización sin ánimo de lucro que se dedica a ampliar el acceso a las Ciencias de la Computación en las escuelas, además de aumentar la participación de mujeres jóvenes y estudiantes de otros grupos no suficientemente representados.

¹⁵ Página accesible en <https://www.aaai.org>

¹⁶ Página accesible en <https://www.nsf.gov>

¹⁷ Página accesible en <https://www.cs.cmu.edu>

¹⁸ Página accesible ai4k12 <https://ai4k12.org>

¹⁹ Página accesible en <https://code.org>





Ilustración 3: Fotografía del equipo de Code. Obtenida de <https://code.org>.

Proporcionan una serie de cursos gratuitos, que actualmente son utilizados por decenas de millones de estudiantes, y un millón de docentes alrededor de todo el mundo. Esta iniciativa está siendo financiada mediante donaciones de organizaciones tales como Amazon, Facebook, Google, Microsoft, entre otras más.

Podemos decir sin miedo a equivocarnos que es el proyecto más grande dedicado a acercar tanto inteligencia artificial, como otros muchos conocimientos relacionados con la informática a estudiantes de todo el mundo.

Su alcance es internacional, aunque la propuesta nace en Estados Unidos, actualmente más del 40% de su tráfico web proviene de otros países.

Cuentan con más de 100 socios internacionales, y están asociados con ministerios de educación de todo el mundo, además de trabajar en conjunto con otras organizaciones internacionales. Además, disponen de una comunidad de más de 7.000 traductores voluntarios que ayudan a acercar estos conocimientos a todo el mundo.

Desde Code diseñan sus propios cursos, además de asociarse con muchos otros, y todos son gratuitos, están bajo licencias abiertas de Creative Commons²⁰ y han sido desarrollados mediante software de código abierto.

Cabe destacar que sus cursos están adaptados siguiendo los estándares CSTA K-12, mencionados anteriormente.

²⁰ Es una organización sin fines de lucro dedicada a promover el acceso y el intercambio de cultura. Desarrolla un conjunto de instrumentos jurídicos de carácter gratuito que facilitan usar y compartir tanto la creatividad como el conocimiento.

De entre sus cursos nos ha llamado la atención el *Módulo de inteligencia artificial y Aprendizaje Automático* [21], este módulo está compuesto en 21 etapas, repartidas en 5 semanas, y está orientado a introducir al desarrollo de machine learning.

Además de los cursos, Code cuenta con una gran librería de proyectos, en la que cualquiera puede crear los suyos propios, de diversas formas. Se crean mediante los entornos de programación en bloques: Sprite Lab, Game Lab y Web Lab; todos desarrollados mediante Blockly²¹.

Blockly, es un cliente de librerías para el lenguaje de programación Javascript, es un proyecto desarrollado por Google, de software libre y código abierto. Sirve para producir lenguajes de programación visuales y editores basados en bloques.

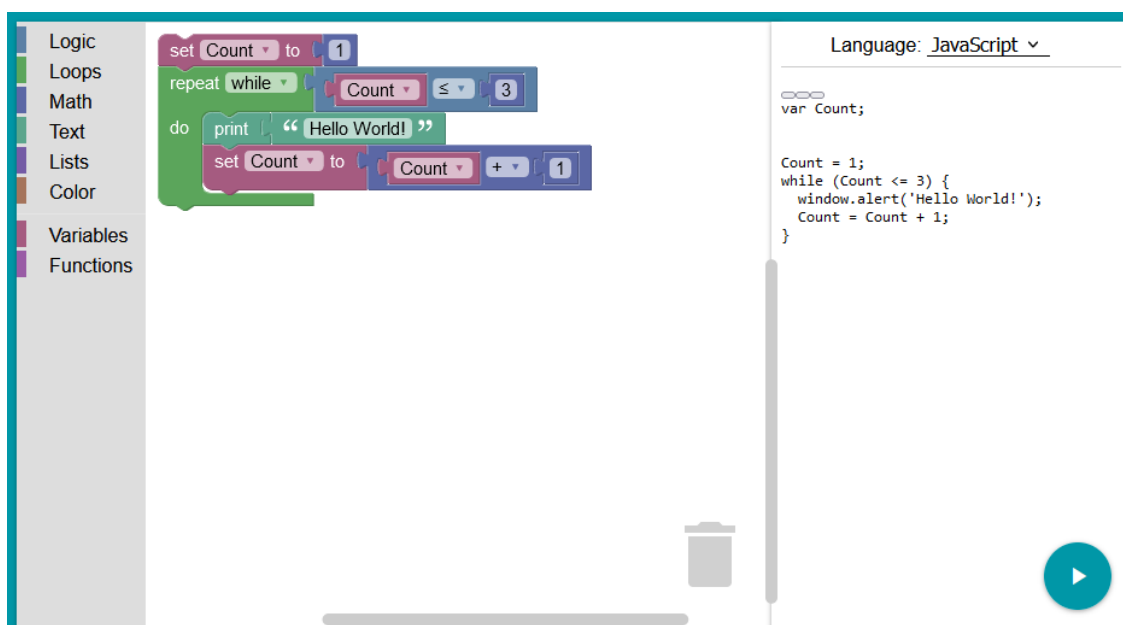


Ilustración 4: Captura de la interfaz de Blockly.

Los proyectos desarrollados en Code engloban muchos ámbitos distintos, se pueden encontrar desde aplicaciones hasta videojuegos, pasando por proyectos de dibujo o de poesía, o incluso calculadoras que evalúan expresiones complejas. Gracias a la versatilidad de los entornos utilizados, estas herramientas pueden ser utilizados tanto por alumnos de primaria sin ningún tipo de conocimientos previos en la programación,

²¹ Disponible a través de <https://developers.google.com/blockly>

como por estudiantes de secundaria que ya tengan experiencia programando. Actualmente, hay aproximadamente 208 millones de proyectos generados.

Por último, es necesario comentar el *Consenso de Beijing sobre la Inteligencia artificial y la educación* [22].

Del 16 al 18 de mayo de 2019, tuvo lugar en Beijing la *Conferencia internacional sobre la Inteligencia artificial en la educación* [23]. Donde se reunieron más de 50 ministros, representantes internacionales de más de 105 Estados Miembros de la UNESCO y aproximadamente 100 representantes de agencias de las Naciones Unidas, instituciones académicas, de la sociedad civil y del sector privado.

Esta conferencia es una consecuencia directa del compromiso establecido en la *Declaración de Qingdao* de 2015 [24], en la cual los Estados Miembros se comprometieron a aumentar el aprovechamiento de las tecnologías emergentes para la consecución del Objetivo de Desarrollo Sostenible número 4: Educación de calidad.

Durante la conferencia, se aprobó el Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación, convirtiéndose en el primer documento dirigido a aconsejar y proponer recomendaciones dirigidas al aprovechamiento de las tecnologías de IA de cara a la consecución de la Agenda 2030 de Educación.

Se profundiza en el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4, anteriormente comentado, haciendo recomendaciones, a los gobiernos y demás partes interesadas, de carácter político para tratar la IA en las aulas. Además de recomendar a las organizaciones internacionales diversas medidas al respecto, principalmente de financiación y cooperación.

Por último, en el consenso se invita a la directora general de la UNESCO a poner en práctica una serie de medidas de cara al cumplimiento de los objetivos, estrechamente ligados con el cumplimiento del objetivo 4 de los ODS.

Además del consenso, en dicha Conferencia, la UNESCO elaboró una publicación sobre inteligencia artificial y la educación, en forma de guía y dirigida a los encargados de formular las políticas educativas.

El documento se titula *Artificial Intelligence and Education: Guidance for Policy-makers* (Inteligencia artificial y educación: Guía para los encargados de formular políticas) [25], y ofrece orientación sobre cómo aprovechar las oportunidades y enfrentar los riesgos que presenta la creciente conexión entre la IA y la educación.

2.6 Importancia de la concienciación medioambiental

La realidad del cambio climático y sus efectos sobre el planeta son incuestionables; en el último informe del IPCC de 2022 [26] se estima que el aumento de la temperatura media global de 1,5 °C no podrá evitarse, y traerá múltiples efectos catastróficos. Además, los efectos ya provocados, se prevén irreversibles.

En nuestro país, el cambio climático causará un aumento importante en el déficit hídrico, expandirá el clima semiárido y aumentará considerablemente las olas de calor. Teniendo esto en cuenta, los expertos estiman que en 2050 la temperatura media de España será similar a la del Sahara.

Por lo tanto, son más que obvias las razones por las cuales nunca está de más tratar este tema, siempre que el contexto sea el adecuado, como es este caso.

Además, también está presente en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, junto con las mejoras en la educación y el uso de la inteligencia artificial, por lo que es muy interesante tratarlos conjuntamente.

Teniendo esto en mente; si bien el objetivo del taller es acercar la inteligencia artificial a las aulas, consideramos valioso que el marco en el que se presenten las actividades a llevar a cabo durante el taller gire en torno a la concienciación medioambiental. Aunque no se ponga el foco directamente en tratar el cambio climático y las acciones que podemos hacer para ayudar a mitigar sus efectos, consideramos relevante y provechoso el darle un espacio dentro del proyecto.



3. Herramientas existentes

En este apartado analizaremos las diferentes herramientas disponibles que se utilizan hoy en día para ayudar a introducir a la programación, o enseñar conocimientos relacionados con esta, a estudiantes noveles en la materia.

3.1 Code.org

Ya hemos analizado previamente esta herramienta, y es la gran alternativa a Scratch. La gran ventaja de Code es su catálogo de cursos, y la gran cantidad de recursos disponibles enfocados en facilitar el aprendizaje en diversos campos. No solo es una herramienta con la que aprender, sino que aporta muchos recursos que pueden ser de gran utilidad, tanto para estudiantes como para profesores.

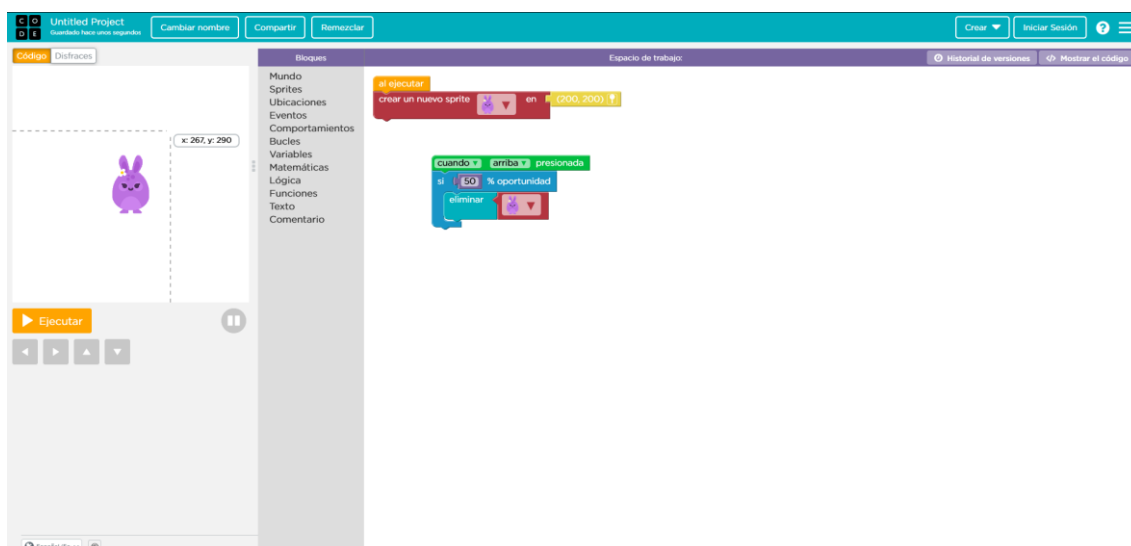


Ilustración 5: Captura interfaz de Code

Además, cuenta con una gran comunidad de gente que comparte sus proyectos, algo muy importante, pues cuanto más gente haya empleado estas herramientas, más proyectos e ideas surgen, lo cual expande las posibilidades creativas y da muchas opciones a quienes las quieran utilizar para aprender.

Fundamental destacar que funciona sin requerir ninguna instalación, es todo vía web, lo que facilita mucho su uso, sobre todo si quiere utilizarse en talleres.

3.1 Tynker

Tynker ²² es una plataforma educativa orientada a enseñar programación y conocimientos en Ciencias de la Computación en edades tempranas.

Fue fundada por Krishna Vedati, Srinivas Mandyam y Kelvin Chong en 2012, y en la actualidad es propiedad de Byju's²³, una multinacional india dedicada a la tecnología educativa. Han colaborado con otras empresas como Microsoft, Google, Apple, BBC, etc.

Forma parte de los cursos de Byju's, que están orientados a enseñar programación, siendo la herramienta mediante la cual se realizan las actividades, aunque también puede ser empleada de forma completamente independiente.

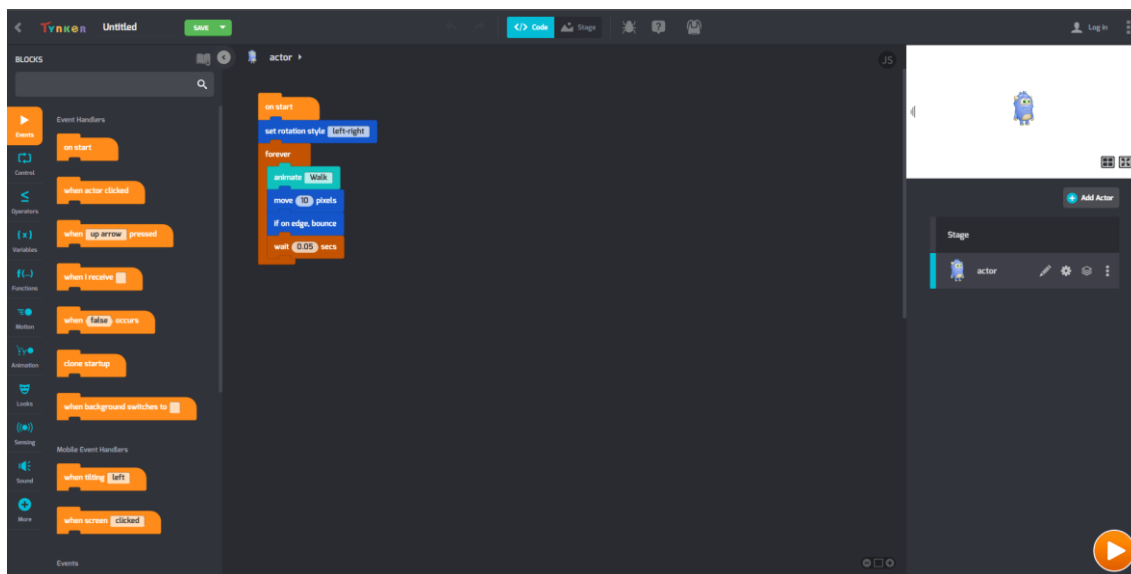


Ilustración 6: Captura interfaz de Tynker

Su principal punto fuerte es la versatilidad, dado que permite programar en diferentes lenguajes, acorde a las necesidades del estudiante. Los lenguajes que incorpora son: Su propio lenguaje de programación de bloques, HTML & CSS, Java, JavaScript,

²² Disponible a través de <https://www.tynker.com/>

²³ Disponible a través de <https://byjus.com/global/>



MicroPython, Python 3 Computing, Python 3 Interactive y p5.js. Al igual que Code, no requiere ninguna descarga, dado que funciona vía web.

Además, también proporcionan tutoriales muy variados y cuenta con una comunidad en la que se comparten proyectos.

Actualmente, esta herramienta está siendo utilizada por más de 60 millones de alumnos en más de 100.000 escuelas, y tienen un catálogo de 5.000 lecciones. Por lo que sin duda es una herramienta a tener en cuenta. Aunque muchas de sus funciones solo están disponibles en sus planes de pago mensual, dispone de un plan gratuito en el que se incluyen algunas de sus actividades.

3.2 Alice

Alice²⁴ es un entorno de programación 3D orientado a objetos y concebido para ser utilizado en un ámbito educativo.

Desarrollado por la Universidad Carnegie Mellon, de la que anteriormente hemos mencionado su participación en la iniciativa AI4K12, es de código abierto y totalmente gratuito.

Fue lanzado en 1998, aunque la última versión es del 2008 y está programado en Java. Además, cuenta con los modelos de personajes del videojuego Los Sims 2, gracias a la colaboración con Electronic Arts²⁵.

Funciona mediante programación por bloques, y su principal ventaja es el acercamiento a los videojuegos que presenta su entorno en 3D y sus modelos. Siendo muy visual y atractivo para el público joven, y pudiendo emplearse para hacer videojuegos sencillos mediante los cuales aprender.

²⁴ Disponible a través de <http://www.alice.org>

²⁵ Disponible a través de <https://www.ea.com>



Ilustración 7: Captura interfaz de Alice

Sin embargo, su principal desventaja es que requiere de instalación, lo cual puede suponer un inconveniente para algunos estudiantes y de cara a talleres, dado que requiere una preparación de los equipos previa al taller.

3.3 Makeblock

Makeblock²⁶ es una empresa de tecnología china que desarrolla hardware basado en Arduino²⁷. Fue fundada en 2012 y actualmente proporciona herramientas educativas con las que aprender programación, matemáticas y fundamentos de la ingeniería, todo a través de la robótica.

Su punto fuerte es el uso de los robots, los cuales están disponibles para comprar desde su página web, facilitando el acercamiento a la programación y dando otras perspectivas interesantes.

²⁶ Disponible a través de <https://www.makeblock.com>

²⁷ Arduino es una compañía de desarrollo de software y hardware libres. Disponible en <https://www.arduino.cc>



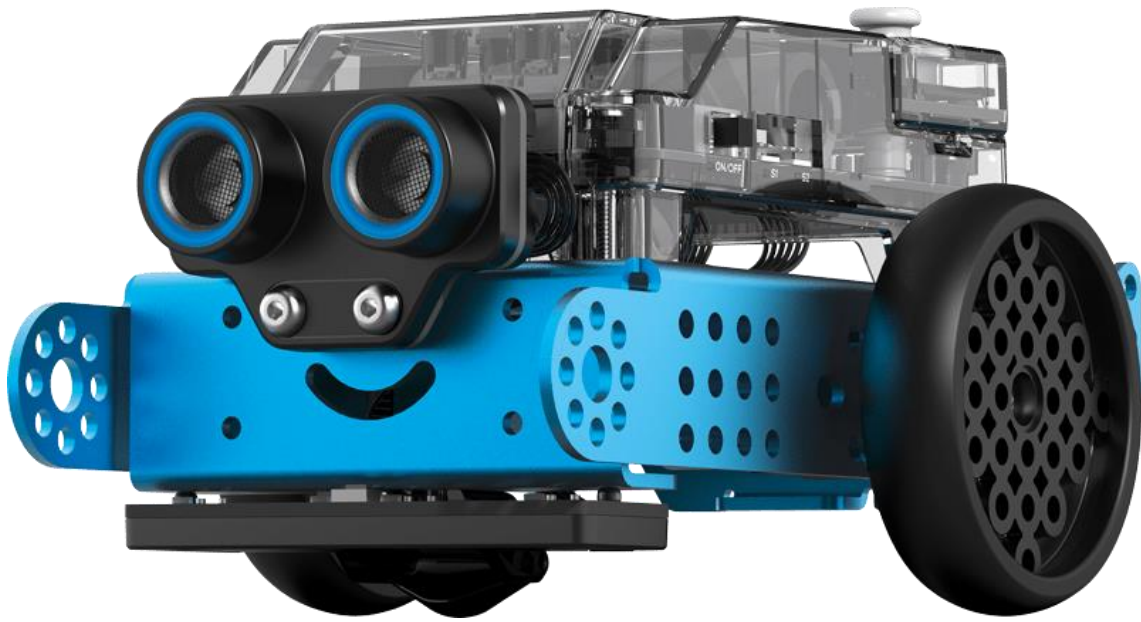


Ilustración 8: Robot mBot Neo. Imagen obtenida de <https://www.mbot2.com>.

Además de los robots, también proporcionan cursos divididos en 3 categorías: Early Education, Primary y Secondary.

Los cursos se desarrollan mediante el software de programación mBlock, que está basado en Scratch, se programa en bloques y añade la posibilidad de programar directamente en Python.

El software es totalmente gratuito y es accesible tanto vía web como instalándolo en PC, Android o IOS.

Actualmente, Makeblock vende sus productos en más de 140 países y tiene más de 10 millones de usuarios en 20.000 escuelas de todo el mundo, teniendo su principal mercado en EE. UU.

3.4 Bitbloq

Bitbloq²⁸ es un proyecto desarrollado por BQ Education²⁹, con el objetivo de crear una herramienta dirigida a niños y jóvenes para aprender a diseñar, programar y crear tecnología; además de dotar de recursos para guiar a los docentes.

BQ Education es una empresa de educación tecnológica española, que comercializa diferentes productos, como kits de robótica, y que en 2014 fundó Bitbloq, con el objetivo de facilitar el aprendizaje en el área de la robótica a los más jóvenes.

Desde Bitbloq ofrecen diferentes entornos dependiendo del ámbito a tratar.

Para la robótica, en un nivel principiante disponen de Bitbloq Robotics Jr, que utiliza programación por bloques y simula el hardware, que es editable por el alumno.

Para un nivel intermedio proporcionan Bitbloq Robotics que, siguiendo con el hardware simulado y la programación por bloques, añade la posibilidad de generar diagramas de flujo.

Finalmente, para los estudiantes de un nivel avanzado cuentan con Bitbloq Robotics Adv, que pasa del hardware simulado a ser implementado mediante Arduino, permitiendo llevar a la realidad los programas diseñados.

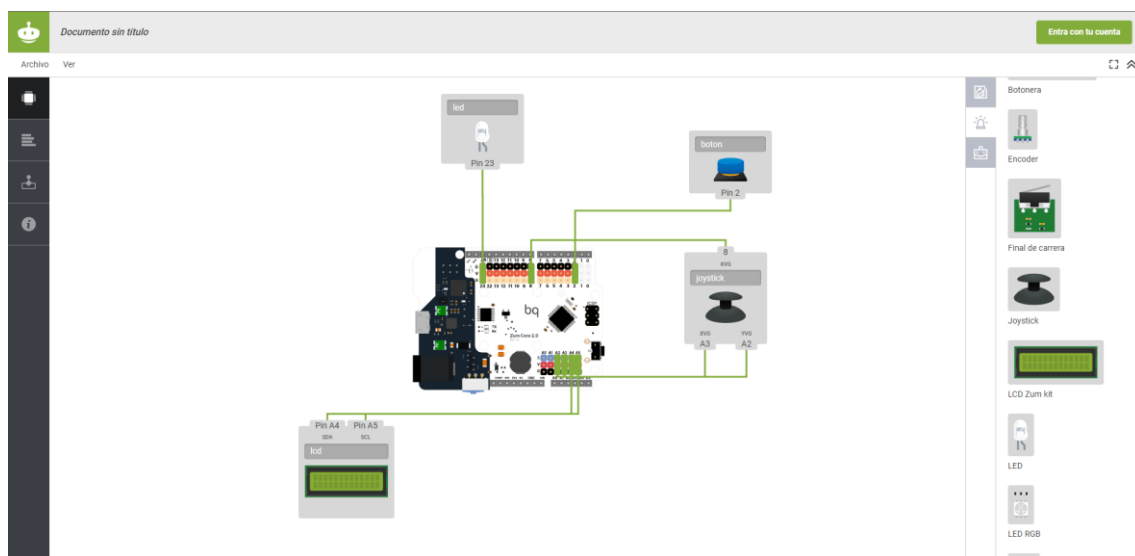


Ilustración 9: Captura de la interfaz de Bitbloq Robotics

²⁸ Disponible a través de <https://bitbloq.bq.com/>

²⁹ Disponible a través de <https://educacion.bq.com/>

Además de la robótica, actualmente están desarrollando herramientas para otros 2 entornos. Para enseñar diseño 3D proporcionan Bitbloq 3D, que actualmente está en BETA y se puede probar. Y para los alumnos que quieran aprender a diseñar y programar aplicaciones tanto para Android como para IOS o PC, están desarrollando Bitbloq Apps, que está en ALFA, solo disponible para los usuarios que cuenten con un plan docente.

De manera complementaria a las herramientas vistas, ofrecen un plan de suscripción mensual que permite, entre otras cosas, gestionar el aula, posibilitando la creación, gestión y corrección de ejercicios en la nube.

Los servicios de Bitbloq son accesibles desde su web, sin tener que descargar nada, y actualmente cuentan con más de 100.000 usuarios en más de 58 países.

3.5 Otras herramientas de programación por bloques

De un alcance menor a las mencionadas anteriormente, encontramos otras herramientas que utilizan un entorno de programación en bloques. Las siguientes herramientas están basadas en Scratch y son totalmente gratuitas:

- **Snap!**³⁰: Desarrollado por la Universidad de California en Berkeley³¹. Aparte del entorno de programación, también tienen una comunidad que comparte sus proyectos y su propio foro.
- **Beetle Blocks**³²: Desarrollado por Eric Rosenbaum, Duks Koschitz y Bernat Romagosa, ha sido implementado mediante Snap! y three.js. Está orientado al diseño 3D, y también cuentan con su comunidad.
- **aprendoaprogramar**³³: Es una empresa española que inspirados por Code.org, proporcionan tanto su entorno basado en Scratch como cursos gratuitos con los que aprender programación.

³⁰ Disponible a través de <https://snap.berkeley.edu>

³¹ Disponible a través de <https://www.berkeley.edu>

³² Disponible a través de <http://beetleblocks.com>

³³ Disponible a través de <https://aprendoaprogramar.com>

3.6 Juegos educativos

Dentro del ámbito de las herramientas educativas para aprender programación, encontramos diversas alternativas en formato de videojuego.

Este formato hace más atractiva la propuesta, sobre todo a los más jóvenes. Dado que permiten un contexto de aprendizaje más casual, en las que se van asimilando conceptos al mismo tiempo que se juega. Algunas herramientas de este tipo son:

- **Lightbot**³⁴: En este juego controlas a un robot mediante órdenes, que bien podrían ser secuencias de instrucciones, para resolver puzles. Se centra en enseñar: secuenciación, sobrecarga, procedimientos, bucles recursivos y condicionales. Está disponible para Android y IOS por el precio de 2.9 €
- **Kodu Game Lab**³⁵: Nacido de un proyecto de Microsoft, Kodu está orientado a enseñar los principios básicos de la programación a un público juvenil, mediante un entorno que permite desarrollar videojuegos en 3D. Está disponible gratuitamente tanto en PC como en la videoconsola XBOX 360.

3.7 Otras herramientas en el ámbito de la robótica

Como ya hemos visto con Makeblock y Bitbloq, puede ser interesante unir la programación en bloques con soluciones que permitan implementar los programas desarrollados en robots.

Dentro de este ámbito encontramos herramientas como CodeBug³⁶, desarrollada por Andrew Robinson, Thomas Macpherson-Pope y Thomas Preston y fundada gracias a un Kickstarter³⁷.

³⁴ Disponible a través de <https://lightbot.com/>

³⁵ Disponible a través de <https://www.kodugamelab.com/>

³⁶ Disponible en <https://www.codebug.org.uk>

³⁷ Es una plataforma global de micro mecenazgo. En la que la gente puede contribuir con dinero destinado a hacer realidad proyectos creativos. Disponible en <https://www.kickstarter.com>



Desde su web puedes crear programas para usarlos en el dispositivo CodeBug, que es una placa programable con múltiples entradas.

Otras soluciones podrían pasar por desarrollar en Raspberry Pi³⁸, que es un ordenador compacto de bajo coste y basado en el hardware libre; o en Arduino, que es una placa basada en un microcontrolador ATMEL.

³⁸ Disponible en <https://www.raspberrypi.org>

4. Scratch, el entorno escogido

En este apartado analizaremos la herramienta escogida para la realización del taller, Scratch. Veremos su funcionamiento y cuáles son sus puntos fuertes, además de los motivos por los cuales ha sido la escogida y la integración que tiene con otras herramientas.

4.1 Scratch

La palabra *scratching* en el ámbito de la ingeniería informática se refiere a la práctica de reciclar código, y proviene de la técnica de mover los vinilos que utilizan los DJ para producir sus sonidos característicos.

Scratch, es una plataforma de programación en bloques, y al mismo tiempo una comunidad educativa, orientado a que los estudiantes puedan aprender juntos mientras crean y comparten sus proyectos. Ayuda a promover el pensamiento computacional y las habilidades para la resolución de problemas, mientras se aprende a programar de una forma más creativa y auto expresiva.

El proyecto vio la luz en 2003, cuando fue publicada la primera versión de Scratch. Desarrollado por el grupo de investigación Lifelong Kindergarten del MIT Media Lab³⁹, liderado por Mitch Resnick, junto con la ayuda de Playful Invention Company⁴⁰; tenía el propósito de ayudar a la gente joven a aprender a programar en igualdad de condiciones.

Scratch es un proyecto de desarrollo de código abierto, mantenido por la Scratch Foundation⁴¹, una organización sin ánimo de lucro. Además, ha recibido financiación por parte de diferentes instituciones, tales como la National Science Foundation (NSF, comentada anteriormente), Intel, Google o Microsoft, entre otras muchas.

³⁹ Disponible en <https://www.media.mit.edu>

⁴⁰ Disponible en www.playfulinvention.com

⁴¹ Disponible en <https://www.scratchfoundation.org>



Está disponible en más de 70 idiomas y puede utilizarse tanto vía web, como descargándolo para su uso offline, ambas opciones de forma completamente gratuita. Actualmente, su versión es la 3.24.0, lanzada en 2021. Ese mismo año, Scratch registro 113 millones de proyectos creados, 42 millones de usuarios, de los cuales 18 millones fueron nuevos [27].

La principal ventaja que diferencia Scratch de otras herramientas similares es su gran comunidad. Lleva muchos años siendo el buque insignia de las herramientas educativas para la programación, por lo que en internet existe mucho material complementario, que suma mucho a la experiencia Scratch. Además, gracias a la gran comunidad, hay un gran número de proyectos compartidos, los cuales engloban muchas áreas de la informática, y siempre puedes encontrar contenido interesante.

Otro punto fuerte consiste en que, mientras que otros proyectos separan sus entornos según su ámbito, Scratch lo agrupa todo en un único entorno, permite que los límites sean la creatividad de quien programe. Igualmente, no hace distinción por dificultad, el mismo entorno puede ser utilizado tanto por novatos como por experimentados, no hay barreras ni dificultades. La única distinción es respecto a los más pequeños, Scratch cuenta con Scratch Jr, que está dirigido a niño de entre 5 y 7 años, lo cual hace más versátil esta herramienta, pues puede ser utilizada en un amplio rango de edades.

Otra ventaja que nos ha hecho escoger Scratch frente a otras alternativas, es que este lenguaje ya forma parte de algunos talleres impartidos en institutos, así como de algunos currículos de informática enfocados en la introducción a la programación. De modo que es posible utilizar, en las actividades a realizar, algunos conocimientos previamente trabajados.

Además, esta misma razón es por la cual en el Museu d'Informàtica se utiliza esta herramienta, trabajando con ella en su taller de programación básica. También, debido a la facilidad y versatilidad, presentes en Scratch. Ambas características ayudan a su objetivo de engranar los talleres con el variado currículo de los institutos de secundaria, pues facilita la integración, evitando tener que introducir demasiadas nociones previas.

Como este taller va a formar parte del catálogo del museo, utilizar las mismas herramientas ayuda en gran parte a construir un catálogo sólido y unificado.

El principal inconveniente de Scratch, que no tienen otras herramientas como Code.org, es que no dispone de un gran catálogo de cursos guiados. Aunque si bien



en internet hay mucho material dirigido a Scratch, el no tenerlo desde la propia web puede ser una barrera importante, sobre todo en edades tempranas.

Sin embargo, este inconveniente no es tan relevante si se usa en un contexto en el que se tenga preparado el material con antelación, como en clase o en talleres, que es nuestra situación.

4.2 Funcionamiento

En este apartado vamos a tratar el funcionamiento de Scratch, tanto de los proyectos y los componentes que los forman, como del apartado de la comunidad.

Los proyectos están formados por sprites, que son la representación de los elementos que conforman el programa que vamos a crear. Los sprites pueden ser tanto personajes animados, como parte del fondo o incluso la propia interfaz.

Estos elementos constan de tres partes, la apariencia, los sonidos y el código.

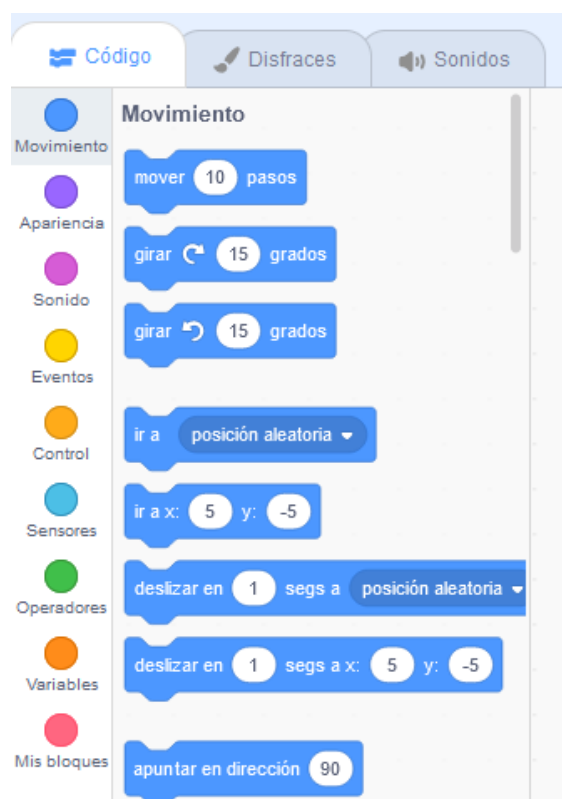


Ilustración 10: Captura de la interfaz de Scratch.

En el apartado de la apariencia podemos personalizar el aspecto que tendrá el elemento, permite subir imágenes y tiene un editor donde editar las imágenes subidas o generarlas desde cero. Además, cuenta con una librería de sprites que puedes importar directamente en el proyecto.

El apartado de los sonidos también cuenta con editor, para realizar modificaciones en sonidos ya existentes, subidos o grabados desde la propia web.

Respecto al apartado de código, es un amplio espacio en blanco donde arrastrar y agrupar los bloques que conforman las sentencias del programa. Cada elemento tiene su propio código, y pueden comunicarse entre ellos mediante mensajes.

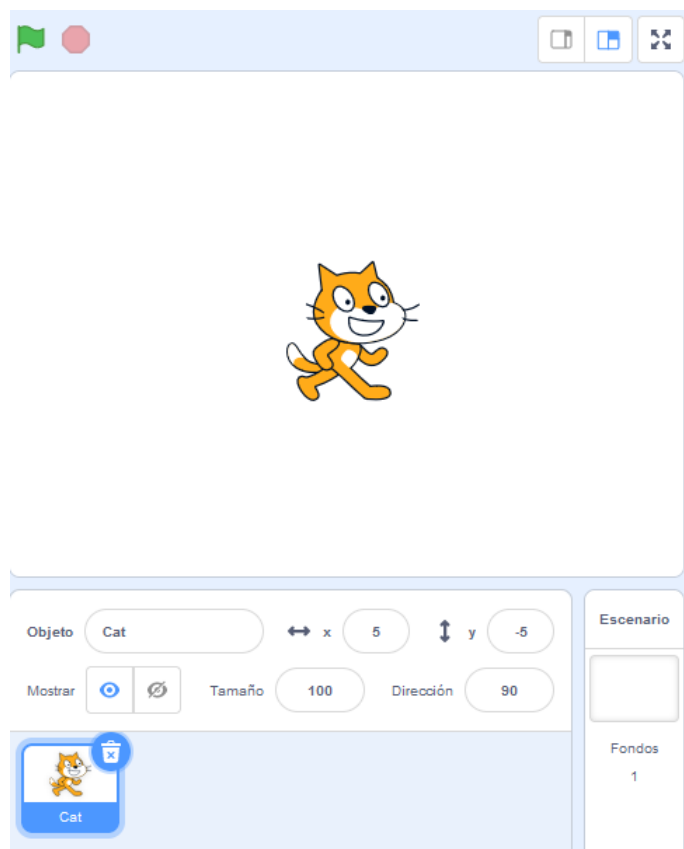


Ilustración 11: Captura de la interfaz de Scratch.

Existe un elemento que siempre debe de estar presente en cualquier proyecto, es el escenario, y en él también se puede añadir código, así como editar su apariencia.

Puede haber más de un escenario, y se pueden alternar en tiempo de ejecución por el propio código.

Los bloques que forman el lenguaje de programación están divididos según el ámbito para el cual vayan a ser utilizados: Movimiento, Apariencia, Sonido, Eventos, Control, Sensores, Operadores y Variables.

Además de estos apartados, existe un apartado extra llamado Mis bloques, desde donde se crean bloques personalizados, que sería el equivalente a funciones en Scratch, donde agrupas una serie de acciones dentro de un bloque que puede ser llamado desde otros procedimientos.

Respecto al apartado de comunidad, los proyectos pueden ser públicos o privados. En el caso de ser públicos aparecerán en la biblioteca de proyectos, y en el perfil del creador. Además, se pueden formar Estudios, que es una forma de agrupar proyectos en un mismo espacio, donde también puedes permitir a otros usuarios subir sus propios proyectos al estudio.

En el caso de ser privados, solo el creador tendrá acceso al proyecto. Este estado puede cambiar en cualquier momento, así como se pueden añadir y quitar de diferentes estudios cuando se desee.

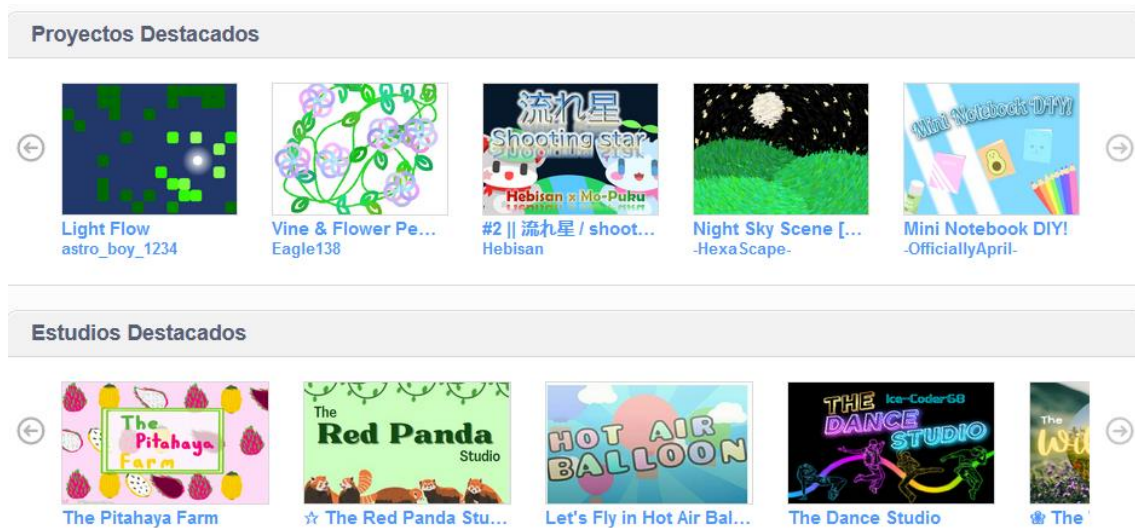


Ilustración 12: Captura de la interfaz de Scratch

4.3 Integración con MakeCode

MakeCode⁴² es una herramienta educativa, gratuita y de código abierto, creada por Microsoft. Desde la plataforma que brinda la herramienta, vía web, se dispone de diversos editores de código enfocados para ser utilizados en el aula.

Esta herramienta proporciona un editor con el que programar el chip micro:bit, además de permitir añadir una extensión para el robot Maqueen.

El robot Maqueen, controlado mediante la tarjeta micro:bit, nos permitirá probar el código realizado en el aula, permitiendo trasladar a un comportamiento físico un comportamiento inicialmente virtual. Lo cual resulta muy interesante de cara a cumplir con los objetivos del taller.

Si bien no existe una relación directa entre Scratch y micro:bit, el lenguaje de bloques que se emplea para programar en esta tarjeta desde el editor de MakeCode es muy parecido a Scratch, lo que nos facilita el pasar de un entorno al otro para poder poner en práctica lo aprendido en Scratch a través del robot Maqueen.

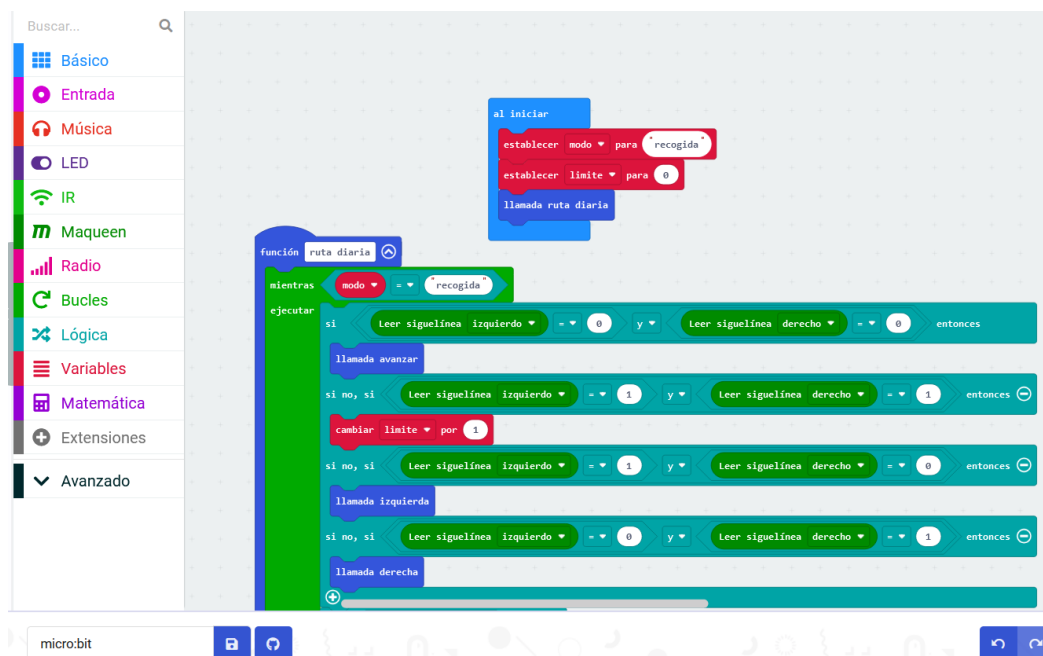


Ilustración 13: Captura de la interfaz de MakeCode.

⁴² Página accesible en <https://www.microsoft.com/es-es/makecode>

5. Desarrollo del taller

En este capítulo explicaremos el taller y su desarrollo. Veremos cuál es el escenario que hemos planteado en Scratch, la estructura del taller, las actividades que se van a desarrollar y la dinámica que se espera llevar a cabo durante el desarrollo del mismo.

5.1 Contenidos

Teniendo en cuenta las iniciativas vistas en el capítulo 2, Estado del arte, definimos en que contenidos queríamos centrarnos, y que enfoque sería el más adecuado para tratar dichos contenidos.

El aspecto que tienen en común las anteriores propuestas es que se centran en introducir la disciplina, y reconocer los usos que esta tiene en nuestro entorno.

A excepción de la propuesta de Reino Unido, que se centra más en las ciencias de la computación, y de Code, que aborda muchas ramas diferentes, y que en general deberíamos considerarla más como una herramienta; el resto de las propuestas tiene como objetivo el familiarizar a los estudiantes con la utilización de tecnologías que incorporan inteligencia artificial, así como presentar fundamentos introductorios a la misma.

Nosotros opinamos que esta es la mejor forma sobre la que enfocar el taller, y ver que es la forma en la que van enfocadas el resto de las propuestas lo reafirma. De manera que el taller funcionará como una introducción a la disciplina de la inteligencia artificial, en la que se relacionará con sus usos en nuestra vida diaria, haciendo hincapié en los beneficios de sus usos, y la forma en la que estos conocimientos son verdaderamente útiles.

Así mismo, para enfocar el taller de esta forma, hemos creído conveniente centrar todos los contenidos en la realización de un proyecto que bien podría ser real. Este proyecto se presentará al inicio, y sobre él se llevarán a cabo una serie de actividades, destinadas a ayudar a la comprensión de los contenidos que presentaremos, al mismo



tiempo facilitarán el relacionar la IA con el mundo real, pues su empleo en el proyecto será clave para el funcionamiento del mismo.

Respecto a los contenidos, lo lógico sería empezar definiendo el significado de inteligencia artificial, siendo este el objetivo principal a tratar, y sobre el que girará todo el taller. Por lo que el primer punto a tratar es el significado de la IA y sus usos en un entorno cotidiano.

Seguido de esta introducción, el siguiente contenido a tratar será el contexto en el que se realizarán las actividades que trataremos en el taller. Presentar el problema del cambio climático, junto con la propuesta del proyecto que desarrollaremos.

Este proyecto estará destinado a proponer una solución que ayude a combatir la contaminación, una solución no demasiado compleja, y realista, que haga uso de la inteligencia artificial. De esta forma, la realización de este proyecto hará más amena la adquisición de conceptos por parte del alumno, porque estos serán presentados como mejoras y partes del proyecto que iremos efectuando, más que como contenidos de una unidad temática a la utilización.

Posterior a haber presentado la IA, el contexto del taller y la propuesta del proyecto, el siguiente paso será el de implementar una solución sencilla que haga uso de inteligencia artificial. Esto servirá para plantear un algoritmo que permita a los alumnos ver la forma en la que podemos modificar los comportamientos de los componentes del proyecto, en base a soluciones inteligentes enfocadas a resolver un problema en específico. De manera que el siguiente punto será implementar un algoritmo inteligente sencillo.

En el punto número 4, se introducirá el concepto de heurística⁴³ y las ventajas que su empleo presenta. Trataremos el cómo muchas veces es mejor implementar una heurística que se adapte bien al problema, que buscar una solución más compleja y difícil de implementar. Porque, aunque no sea la solución más eficiente desde un punto de vista teórico, es eficaz, y muchas veces con eso es más que suficiente; siempre y cuando esta heurística englobe bien el problema a solucionar. Además, habitualmente las heurísticas son más eficientes en términos temporales, adaptándose mejor a entornos con restricciones de tiempo, o en los que es necesario una respuesta en un tiempo acotado.

⁴³ Son un conjunto de técnicas, métodos, principios, reglas y estrategias que nos facilitan la búsqueda de soluciones a un problema.

El siguiente punto que tratar, consistirá en analizar el impacto del entorno en las implementaciones de IA. Así como los factores con los que tendrá que lidiar una implementación realista.

Es de vital importancia conocer bien el entorno en el que la IA se desenvolverá, pues los entornos presentarán problemas únicos que deberán ser abordados, y a los que tendrá que adaptarse.

Se hará hincapié en la importancia de la aleatoriedad en el entorno, dado que es vital no conocer las acciones que en este se llevaran a cabo, pues no es lo mismo resolver una secuencia de problemas preestablecidos, que tener una IA capaz de adaptarse a las inconveniencias que se le puedan ir presentando.

Así mismo, presentaremos diferentes factores que deberán ser tratados en caso de querer desarrollar una solución realista. Los algoritmos de inteligencia artificial que trataremos serán sencillos, y para ello se tomarán una serie de licencias. Esto hará que sea posible tratar diferentes algoritmos inteligentes en el nivel para el que estará dirigido el taller, ya que lo que queremos no es que sean expertos en IA, sino introducir la disciplina. De forma que tomarnos una serie de licencias que simplifiquen la complejidad de los problemas ayudará a que se entienda todo mejor. No obstante, deberemos resaltar esto, y explicar que la complejidad es directamente proporcional a los factores involucrados en el problema.

El penúltimo punto por tratar será la creación de un algoritmo inteligente más complejo, que se asemeje más a tecnologías reales, y que sirva para aunar los conceptos vistos. De esta forma pondremos solución al proyecto planteado, mejorando las soluciones anteriores y analizando soluciones reales.

Finalmente, el cierre del taller será mediante la integración con el sistema micro:bit. En esta tarjeta replicaremos los algoritmos tratados en Scratch, de esta forma se podrá entender de una forma más visual, y entretenida, la utilidad de lo que hemos estado desarrollando conjuntamente durante el trascurso del taller.

No nos adentraremos en el funcionamiento de la tarjeta ni en los detalles de sus implementaciones, solamente la utilizaremos para recalcar la utilidad de los algoritmos inteligentes que iremos tratando. Esta, creemos, es una buena forma de relacionar la IA con la vida real.



De esta forma, y a modo de resumen, los contenidos del taller se dividen en los siguientes puntos:

- Punto 1: Introducción a la inteligencia artificial y sus múltiples usos reales.
- Punto 2: Contexto medioambiental y propuesta de proyecto que utiliza IA.
- Punto 3: Implementación de un algoritmo “inteligente” sencillo.
- Punto 4: Heurísticas, ventajas e inconvenientes.
- Punto 5: Importancia del entorno como punto esencial del desarrollo, y factores involucrados en la solución.
- Punto 6: Solución basada en IA más compleja y eficiente.
- Punto 7: Integración con micro:bit.

5.2 Propuesta

Teniendo en cuenta las alternativas ya existentes, y los conceptos, explicados en el punto anterior, que queremos tratar; planteamos una propuesta que permita alcanzar los objetivos fijados de la mejor forma posible:

Como hemos estado explicando, durante el taller se buscará introducir una serie de conceptos destinados a la comprensión de la inteligencia artificial y a sus usos en la vida cotidiana. Para lograr que estos conceptos puedan ser entendidos, se irán alternando las explicaciones y las discusiones conjuntas con la realización de una serie de actividades destinadas a la realización de un proyecto. En dichas actividades se tendrán que poner en práctica los conceptos tratados en las explicaciones del taller. De esta forma, servirá para ayudar a la comprensión por parte de los alumnos y permitirá ver de primera mano la utilidad real que presenta la inteligencia artificial.

El proyecto y sus actividades estarán enfocadas en realizar diferentes aproximaciones de cara a dotar de inteligencia a un camión autónomo, que será el encargado de la recogida de residuos para su posterior reciclaje en una ciudad cualquiera.

El camión tendrá que poder llevar a cabo su tarea, a la que hemos denominado “Ruta Diaria”, que consistirá en desplazarse recogiendo residuos hasta que no quede ninguno por recoger.



El entorno en el que se desarrollará la acción representará las calles de una ciudad cualquiera, donde estarán repartidos los residuos que han de ser recogidos. Por estas calles circulará el camión siguiendo su ruta.

Este ejercicio busca plantear un problema que bien podría formar parte de un proyecto real, pues creemos que es importante plantear un escenario realista que permita a los alumnos ver como los conceptos que van a ir aprendiendo son realmente útiles y se utilizan en la vida real.

Es crucial no complicar demasiado el planteamiento inicial; una vez comprendido, se podrán agregar nuevos factores, de los que hemos hablado anteriormente. Dichos factores representarán problemas con los que tendríamos que lidiar si quisiésemos implementar este proyecto en un entorno real, y hacen al proyecto más verosímil.

Factores tales como la capacidad del camión, que le obligará a tener que ir a un punto de descarga cuando se quede sin espacio, los posibles obstáculos que pueden interrumpir su ruta, o la batería, que obligará a ir a recargar cuando lo necesite.

Es imprescindible comprender que es gracias a que el camión podrá enfrentarse a esa serie de factores, que aparecerán de forma aleatoria, que podremos argumentar sobre la inteligencia del mismo. Pues si la ruta fuera siempre la misma, no se distinguiría un comportamiento inteligente de una secuencia de acciones preconfiguradas.

Además de los factores con los que el camión tendrá que lidiar, el objetivo principal de estas actividades consiste en realizar modificaciones en el comportamiento mediante el cual decide que direcciones debe seguir, según su situación actual.

La primera aproximación, y más sencilla, consistirá en seguir un comportamiento aleatorio. Este puede ser un buen punto de partida, que nos permita debatir en el aula sobre si realmente es inteligente un sistema que basa sus decisiones en la aleatoriedad. Posteriormente, podrá modificarse esta misma aproximación, para hacer frente al principal problema con el que los alumnos se toparán, los bucles.

Una vez mejorado el comportamiento aleatorio, se procederá a buscar un comportamiento más eficiente para el problema planteado, dado que no tiene ningún sentido que en una ruta de recogida el camión deambule de forma aleatoria.

De tal forma que será el momento perfecto en el que explicar en qué consisten las heurísticas, así como sus ventajas y desventajas a la hora de solucionar según qué tipo de problemas.



En este caso consideramos interesante realizar una versión de la clásica regla de la mano derecha⁴⁴, conocida por ser una estrategia que permite salir de un laberinto.

De forma que implementaremos una heurística que se base en esta estrategia para decidir el movimiento del camión durante la ruta diaria.

Una vez implementada la heurística, el tercer y último salto en comportamiento que seguirá el camión será implementar una solución GPS.

Es lógico pensar que podemos contar con las direcciones donde se encuentran las paradas que el camión tiene que hacer. Suponiendo que este es el caso, implementaremos una aproximación en la que el camión use esta información para ir a los puntos más cercanos, optimizando en gran medida el recorrido.

Además, veremos que esta solución es completamente independiente de la forma en la que estén repartidas las calles, siempre será óptima porque irá directamente donde tiene que ir; mientras que la heurística de la derecha habrá momentos en los que no se adapte nada bien a la forma de las calles, siendo dependiente de su entorno.

Dejando de lado los comportamientos, vamos a tratar los factores que se introducirán para poner a prueba a nuestro camión:

- **Capacidad:** El primer factor para tener en cuenta será la capacidad, vital si queremos que nuestro camión sea medianamente realista. En el momento en el que el camión se quede sin espacio para almacenar los residuos, tendrá que ir a un punto de descarga, donde depositarlos antes de poder proseguir con su ruta.
- **Obstáculos:** Otro factor importante a tratar. El camión tiene que ser capaz de reaccionar a imprevistos que surjan en su entorno, y replantear la situación basándose en ellos, si queremos considerar que su comportamiento es inteligente.
- **Batería:** Finalmente, el último factor a implementar será la batería. El camión, recordemos, será eléctrico, y cuando quede poca batería, deberá ir a recargar a la estación de recarga. La batería irá descendiendo con el movimiento del

⁴⁴ Consiste en no separar tu mano derecha de la primera pared que encuentres.

camión, y como la ruta no se repetirá, cada vez tendrá que recargar desde un punto diferente.

Por último, creemos que una buena forma de cerrar el taller sería poder aplicar lo visto en un entorno más real, fuera de Scratch, y hemos pensado en utilizar la tarjeta micro:bit⁴⁵. La cual es una pequeña tarjeta programable desarrollada por la BBC, que dispone de múltiples sensores. Esta tarjeta es muy utilizada en el ámbito educativo, para el que ha sido diseñado, y es de código abierto.

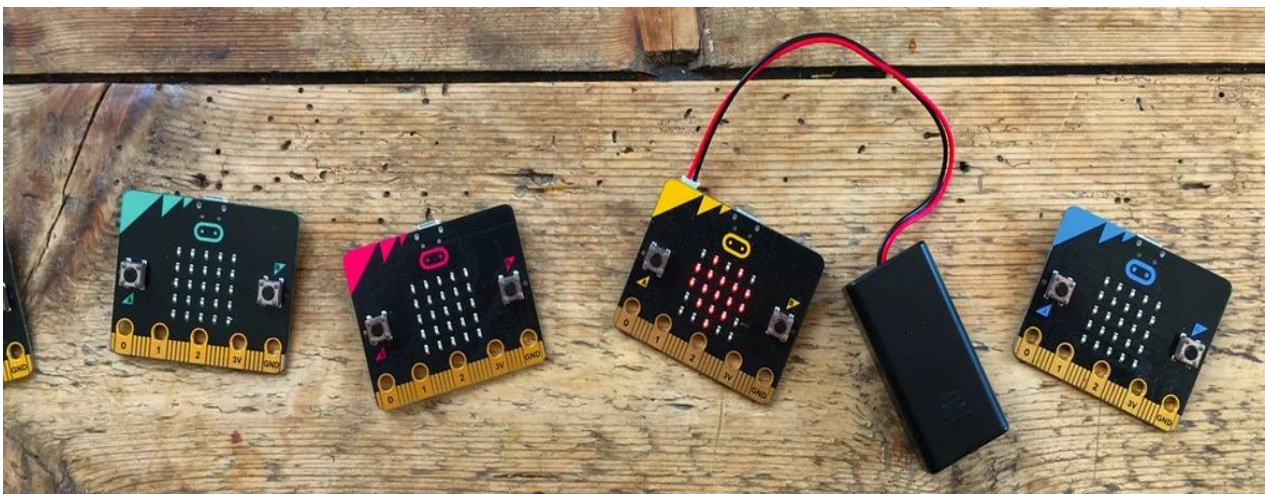


Ilustración 14: Tarjetas micro:bit. Imagen obtenida de <https://microbit.org>

Esta tarjeta la emplearemos junto con el robot educativo Maqueen, un robot diseñado por la empresa DFRobot⁴⁶ para ser utilizado mediante esta misma tarjeta. De esta forma, los alumnos podrán ver de primera mano el funcionamiento de los algoritmos que ellos mismos han desarrollado.

⁴⁵ Disponible a través de <https://microbit.org/>

⁴⁶ Disponible a través de <https://www.dfrobot.com>

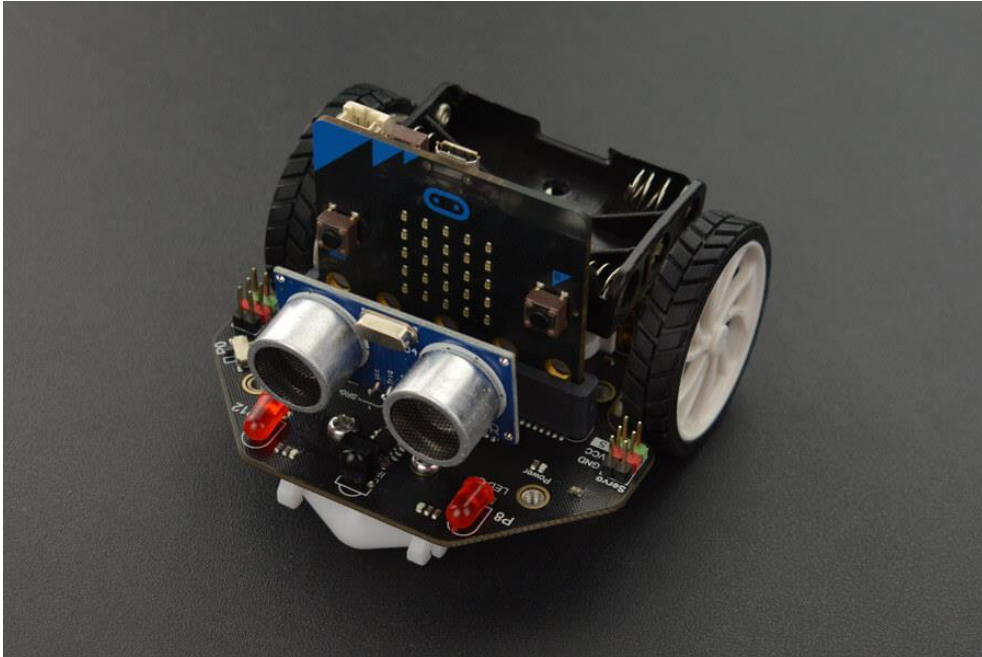


Ilustración 15: Robot Maqueen. Imagen obtenida de <https://tienda.bricogeek.com>

Estos dispositivos ya han sido usados con anterioridad por el Museu d'Informàtica, y permitirán trasladar al mundo real lo visto durante el taller, además de abrir la puerta a una posible conexión con talleres de robótica donde trabajar directamente con micro:bit.

5.3 Escenario planteado

Hemos creado un escenario que simula las calles de una ciudad cualquiera por la que se tendrá que desplazar el camión durante su ruta diaria. En este escenario están situadas las paradas con las bolsas de residuos.

Las carreteras continúan a pesar de los bordes, de manera que cuando el camión llegue a un extremo horizontal aparecerá en el otro extremo de la misma carretera, de esta forma obtenemos un entorno más cómodo a la hora de trabajar.

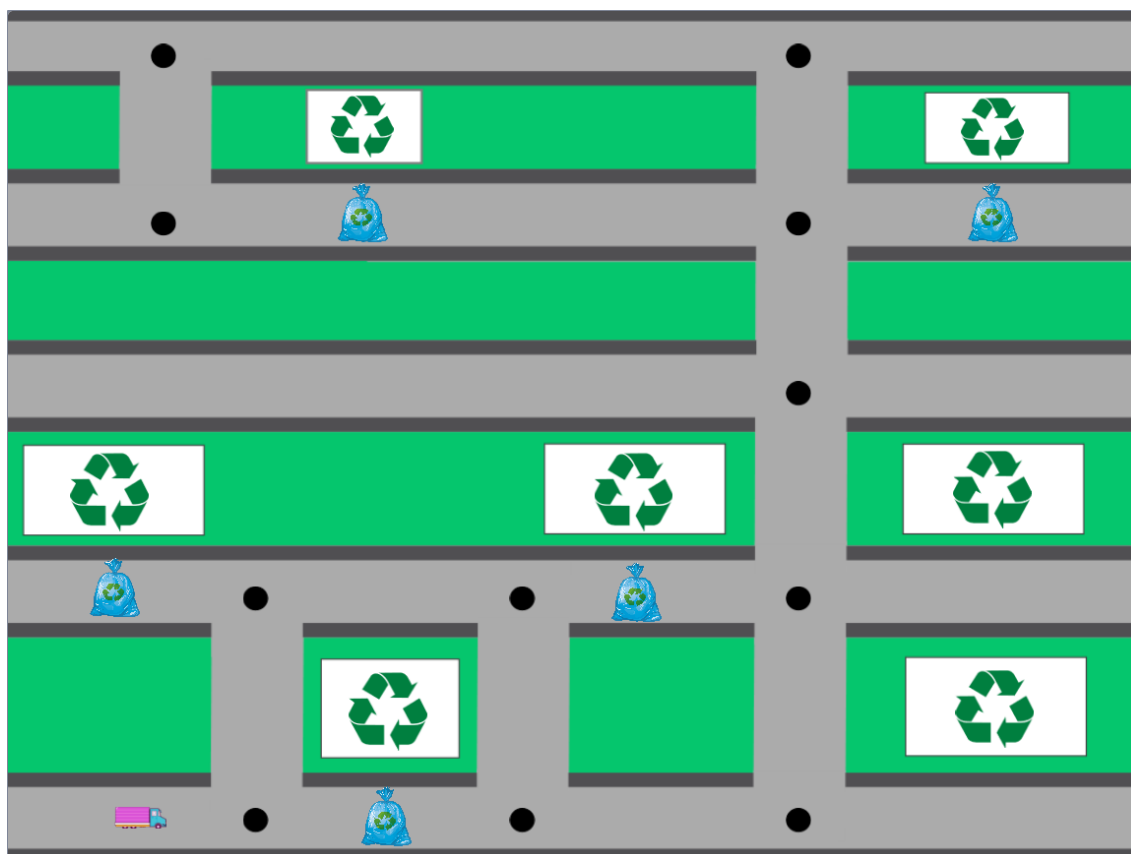


Ilustración 16: Escenario del taller. Captura obtenida de Scratch.

Como en este caso el camión no es capaz de percibir su entorno, nos hemos tomado la licencia de hacer que sea el propio entorno el que envía la información disponible al camión. A fin de cuentas, el resultado es el mismo, pues esta información la debe de poder obtener el camión de una forma o de otra. No obstante, se remarcará mucho este punto en el taller, dejando claro que, si quisiésemos trasladar este proyecto a la realidad, tendríamos que lidiar con estos problemas y ver como recolectar según qué información.

Para que el camión sepa cuando está en frente de un cruce, hemos añadido en ellos unos objetos con la apariencia de círculos negros, de forma que, al tocarlos, el camión será consciente de que está situado en un cruce, y podrá actuar acorde a la situación. Dependiendo de la forma de la calle, estarán disponibles unas direcciones u otras, y el camión no es capaz de verlo, para solventarlo hemos hecho que cada cruce tenga guardadas las direcciones que pueden ser tomadas, y cuando toque al camión le indicará que direcciones puede tomar.

Recalamos que, si bien no tiene sentido en una aproximación real que el cruce le diga al camión donde puede ir, el resultado es el mismo que si el camión dispusiera de recursos mediante los cuales recolectar esta información. Lo importante es que una

vez está en el cruce, debe de conocer las direcciones disponibles, para basándose en ellas decidir.

Al igual que los cruces toman parte en la acción, las bolsas de reciclaje se ocultarán al ser tocadas por el camión, por el hecho de que este es incapaz de recogerlas, otra licencia que nos permitimos tomarnos.

Si bien toda esta información podría estar incluida en el código del camión, consideramos provechoso poder dividir estas funcionales entre los demás elementos del proyecto, ya que estos no van a tener que ser modificados, y que toda esta lógica es irrelevante para el foco central de la explicación. De esta forma, al separar estas funcionalidades, el punto de vista del camión es el mismo que al tener sensores independientes que determinen la posición, y queda un código más limpio y digerible con el que trabajar.

El último elemento, y más importante del planteamiento, es el chip. Para facilitar la comprensión del taller y de los conceptos de inteligencia artificial, así como plantear un escenario que pueda ser lo suficientemente similar a la implementación mediante micro:bit y Maqueen, introducimos el sprite del chip.

El camión dispondrá de un código que le permitirá moverse y realizar ciertas funciones, pero en ningún momento será inteligente, es aquí donde entra el chip, que será la representación de la inteligencia, de forma similar al robot con la tarjeta micro:bit.

Dentro del código del chip es donde se llevarán a cabo las actividades del taller, siendo independiente del camión, todo lo que haya programado en este sprite estará dirigido a dotar de inteligencia y, por lo tanto, a definir el comportamiento que tendrá el camión.



5.4 Estructura y ejercicios

Pasamos a explicar la estructura del taller, a modo de capítulos, y las actividades que se irán resolviendo durante la realización del mismo.

Previo al taller, hemos preparado unas diapositivas para que sean vistas en los institutos, en las que se introducirá brevemente el taller. De esta forma, los alumnos llegarán a la realización del mismo con algunos conocimientos previos que pueden ser de ayuda, además de quitar carga del propio taller.

En este previo, se empezará hablando del reciclaje y de las Smart Cities⁴⁷, para introducir brevemente al contexto medioambiental que estará presente en todo momento. Luego se hablará del camión y de su ruta diaria, así como del entorno y los objetos que lo forman. Para finalizar se proporciona una demo en Scratch enfocada a visualizar aquello que se ha explicado.

El taller estará dividido en capítulos, presentamos los capítulos, en qué consisten y como será su desarrollo:

Capítulo 0: En este capítulo, abordaremos el primer y segundo punto, “Introducción a la inteligencia artificial y sus múltiples usos reales”, y “Contexto medioambiental y propuesta de proyecto que utiliza IA”.

Empezaremos con el primer punto, para ello el taller inicia con la siguiente pregunta: ¿Qué es la inteligencia artificial?

Muy probablemente, en este momento inicial es difícil que algún alumno se aventure a definirnos el significado de IA, teniendo en cuenta que se presupone que no tendrán nociones previas. Esto no importa, es importante empezar con esta pregunta que invita al pensamiento y a la reflexión, seguida de su consecuente definición digerible: “La disciplina que intenta replicar y desarrollar procesos que imitan las funciones cognitivas propias del ser humano, como «percibir», «razonar», «aprender» y «resolver problemas» en máquinas.”

Se ha escogido esta definición por su facilidad a la hora de usarla para buscar ejemplos; siempre que cumpla con esas características estaremos frente a una inteligencia artificial.

⁴⁷ Se considera Smart City a una ciudad cuando los aspectos sociales y de desarrollo económico sostenible conviven en armonía en conjunto con las nuevas tecnologías.



Así pues, teniendo delante esta definición, el siguiente paso, y el más importante del capítulo, consiste en preguntar por cosas del día a día cuyo funcionamiento le podría ser atribuido a la inteligencia artificial.

Uno de los objetivos del taller consistía en relacionar la teoría con la realidad, y la mejor forma de entender la IA es reconocer su presencia en las diferentes tecnologías que hacen usos de esta y que tenemos presentes en nuestro día a día.

Por lo que en este apartado se ponen en común algunos ejemplos de tecnologías que utilicen IA, y se discute sobre los ámbitos en los que esta se utiliza. Tecnologías tales como los asistentes de voz, los drones de reparto inteligente, las cámaras de nuestros teléfonos móviles, la medicina, los videojuegos o los robots de limpieza.

Este último ejemplo, los robots de limpieza, tiene una gran relevancia en el taller, dado su gran parecido con el proyecto a implementar. Estos robots bien podrían ser nuestro camión, que sustituye las habitaciones de la casa por las calles de la ciudad, y la suciedad con los residuos a recoger. Al igual que un robot de limpieza, el camión será eléctrico y tendrá que ir a recargar, y de la misma forma deberá gestionar los obstáculos.

Esta comparativa del camión con el robot de limpieza está muy presente en el transcurso del taller, dado que es un ejemplo que se ajusta perfectamente a la definición del proyecto que se realiza, y permite entender mejor la teoría y los conceptos tratados.

El siguiente paso en el capítulo 0 consiste en hablar sobre Scratch. Para este taller hemos contado con que los alumnos ya habían trabajado previamente en Scratch, y tienen algunas nociones previas en programación, dado que este era el caso que habíamos planteado en un inicio. De forma que no se le destina mucho tiempo a explicar en qué consiste este lenguaje, y su funcionamiento. Si en un futuro quisiese impartirse el taller en alumnos que no han visto nunca Scratch, ni tienen ninguna experiencia programando, sería interesante introducir este lenguaje en unas sesiones previas al mismo, o incluso en otro taller.

Sin embargo, no es realmente necesario para el transcurso del taller conocer Scratch, pues las actividades pueden ser planteadas para resolverse, poniendo en común la lógica necesaria para encontrar la solución, dejando de lado la implementación, en el caso de que sea un problema y vaya a lastrarse al taller.

Finalmente, para cerrar este capítulo, se trata el segundo punto, donde pasamos a hablar de la necesidad que impulsa a la realización del proyecto del camión.

Es aquí donde se aborda, de forma breve, el problema actual con el cambio climático y todos los problemas que esto supone. Se ponen en común algunas propuestas enfocadas a ayudar a reducir la contaminación y se da pie a introducir el planteamiento del proyecto a desarrollar.

Es aquí donde introducimos el objetivo tras la propuesta: Utilizar la inteligencia artificial para dotar de comportamiento a un camión autónomo que se encargará de la recogida de residuos para su posterior reciclaje.

Una vez explicado el objetivo, se define el entorno en el cual transcurrirán todas las actividades del taller, se explica la representación de las calles en Scratch, así como los elementos que estarán presentes en el mismo: El chip, el camión, los residuos y los cruces.

Capítulo 1, Decisiones Aleatorias: En este capítulo trataremos el punto tres, “Implementación de un algoritmo inteligente sencillo”.

Para abordarlo de una forma más sencilla, al ser este el primer capítulo en el que los alumnos se adentran en el código, partiremos de un proyecto en Scratch con la solución ya implementada. De esta forma, emplearemos esta primera implementación para explicar el funcionamiento de los diferentes elementos que conforman el proyecto, así como de las acciones que estos llevan a cabo.

Estos elementos son:

- **El camión:** Nuestro sujeto de pruebas, a priori, es un objeto sin ningún tipo de inteligencia. En el ejemplo de los robots de limpieza, el camión sería un aspirador normal.

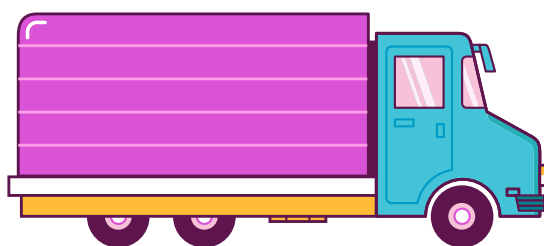


Ilustración 17: Sprite del camión. Imagen obtenida de Scratch.

El sprite del camión dispone de un set de movimientos que le permiten modificar la dirección a la cual se está moviendo, movimientos que pueden ser llamados mediante mensajes, de forma que puedan ser utilizados para seguir la ruta diaria.

- **El chip:** Este sprite es el que contiene el código dirigido a dotar al camión de inteligencia, actuando como su cerebro. Dentro de este objeto se implementan los diferentes comportamientos y se resuelven los problemas de cara a la resolución del proyecto.

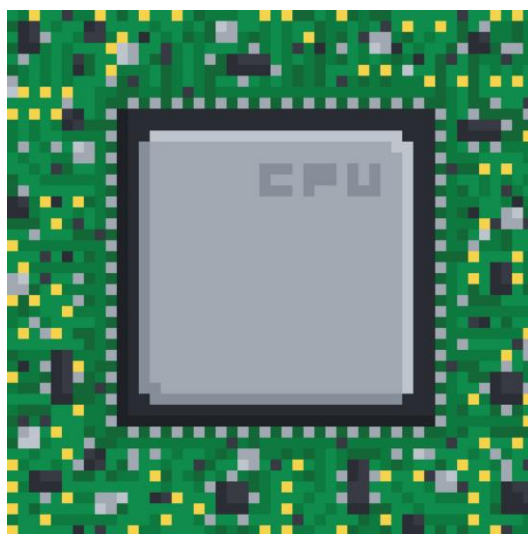


Ilustración 18: Sprite del objeto chip. Imagen obtenida de un banco de imágenes gratuitas.

Gracias a que con Scratch podemos enviar mensajes, el chip es capaz de llamar a las funciones del camión, y controlar sus acciones.

- **El cruce.** Este objeto bien podría ser una serie de sensores dentro del propio camión; pero dada la forma en la que funciona Scratch, y que nuestra intención es no complicar en exceso el taller, siempre que se pueda, esta funcionalidad estará en su propio sprite.

El cruce conoce las direcciones que pueden tomarse desde su posición, y será este objeto el encargado de enviar esta información al chip, cuando entra en contacto con el camión. De esta forma, cuando el camión llegue a un cruce, el chip conocerá las direcciones a ser tomadas.

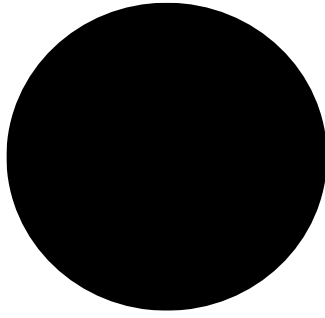


Ilustración 19: Sprite del cruce

Importante señalar que en la vida real el camión debería de ser capaz de recopilar esta información por si solo, pero como de cara a los algoritmos dirigidos al comportamiento del camión esto es completamente indiferente, nos hemos tomado la licencia de dividir de esta forma la funcionalidad.

Gracias a este método de disponer de la información, evitamos preocuparnos por la obtención de la misma, y nos centramos en su procesamiento. Además, estos fragmentos de código no hay que modificarlos para la resolución de los ejercicios, de forma que tenerlo en otro sprite permite tener un código más limpio y comprensible.

- **La bolsa de basura.** Este sprite representa los residuos que el camión debe recoger durante su ruta diaria. Estarán repartidas por las calles de la ciudad, en sus respectivas paradas.



Ilustración 20: Sprite del residuo, junto con la parada. Captura obtenida de Scratch.

Al tocar al camión, este objeto se esconderá, mediante un bloque que modifica la visibilidad del sprite, y sumará uno al número de residuos recogidos. Una vez

se han recogido todos los residuos, finaliza la ejecución y se muestra el tiempo que ha tardado el camión en realizar su tarea.

Este tiempo permitirá a los alumnos comparar las diferentes soluciones que se proponen o que ellos mismos desarrollen, siendo una buena medida con la que evaluar la eficiencia con la que el camión está llevando a cabo la ruta diaria.

Respecto a la acción principal, la ruta diaria, está en el código del camión y consiste en un bucle, que iniciará nada más empezar la ejecución del proyecto, e ira repitiéndose hasta su finalización. En el bucle se realizarán la siguiente secuencia de condicionales:

- Comprobar el número de residuos recogidos; si se han recogido todos, se detendrá la ejecución del programa y se mostrará el tiempo que el camión ha tardado en completar la ruta.
- Comprobar si está frente a una bolsa de basura, de ser así se enviará un mensaje. La bolsa que esté tocando al camión, al recibir el mensaje, se ocultará, lo que será nuestro equivalente a recoger. Además, se aumentará en uno el número de residuos recogidos.
- Comprobar si está en un cruce, en caso de estarlo enviará un mensaje al chip preguntando: ¿Dónde voy? Es en la recepción de este mensaje donde el sprite del chip decide en qué dirección debe moverse el camión, ejecutando las funciones que definen el set de movimientos.

A continuación de esta secuencia, el camión avanzará un paso en la dirección hacia la que esté situado, y volverá a repetirse hasta finalizar la ejecución.

Explicados los elementos y sus acciones, es momento de analizar el comportamiento que implementa esta primera solución, que en este caso será decidir el camino a seguir de forma aleatoria.

Para poder evaluar estas decisiones, el chip tiene una secuencia de bloques idéntica para cada par de opciones, como, por ejemplo: Derecha o Izquierda. Cada una de estas secuencias debe terminar lanzando un mensaje con la dirección escogida, este mensaje situará al camión en esa dirección.

Como hemos avanzado, esta decisión consiste en escoger aleatoriamente una opción u otra, siendo un equivalente directo a lanzar una moneda. De esta forma, cada vez



que el camión llegue a un cruce, el chip decidirá aleatoriamente por donde continuar y se lo comunica al camión, que ejecutará la orden.

Una vez se ha explicado y ejemplificado todo, los alumnos disponen de un tiempo en el que probar la ejecución, y analizar los tiempos y la efectividad de esta solución.

Esta primera aproximación no solo no es óptima por el mecanismo con el que se decide la dirección, sino que, además, al no tener ningún control de las decisiones anteriores, en muchos casos estará repitiendo la misma secuencia de forma completamente absurda, lo que causará bucles que acaban propiciando tiempos muy largos. Por lo que el siguiente paso, de cara a mejorar esta aproximación, es analizar este problema y poner una solución.

De esta forma se plantea el primer ejercicio, en el que se busca mejorar el algoritmo de decisiones aleatorias. La solución consiste en implementar el algoritmo aleatorio junto con alguna forma de control de repeticiones, dado que queremos evitar bucles haciendo que el camión no tome la misma decisión dos veces seguidas.

Para este ejercicio, la solución propuesta consiste en guardar las decisiones de los pares de decisiones en una serie de variables. Estas variables permiten al chip conocer cuál ha sido la decisión obtenida en cada caso, y puede utilizarlas para evitar repetir el movimiento. De esta forma, si la anterior vez que el camión estuvo en el cruce “Derecha o Izquierda” tomó la derecha, esta vez tomará la izquierda.

Con el problema de los bucles resueltos, al ejecutarlo un par de veces puede apreciarse como, efectivamente, los resultados han mejorado en gran medida, todo gracias a eliminar los bucles.

Capítulo 2, Heurística Derecha: Gracias a la mejora implementada en el primer ejercicio, el tiempo en el que el camión completa la ruta diaria ha disminuido. Pero, no tiene ningún sentido emplear una aproximación aleatoria en este ámbito, dado que es altamente ineficiente. Por lo que en este capítulo se tratará el punto cuatro, “Heurísticas, ventajas e inconvenientes”; donde explicamos en qué consisten las heurísticas, y como implementarlas en nuestro proyecto.

Para esta explicación, nos enfocamos en la siguiente definición: “Las heurísticas son un conjunto de técnicas, métodos, principios, reglas y estrategias que nos facilitan la búsqueda de soluciones a un problema”. De la cual resaltamos la palabra **estrategia**.



Obviamente, es mejor definir una estrategia sobre la cual basar las decisiones, que decidir lanzando una moneda. Aunque, si bien el utilizar una heurística nos permite obtener soluciones correctas con buenos tiempos de ejecución, este proceso no será el óptimo. Para encontrar las soluciones optimas, muchas veces el esfuerzo es demasiado elevado, por lo que es más sencillo y asequible definir una heurística que se adapte bien al problema que, aunque no lo resolverá de la forma óptima, la solución se aproximará bastante a esta.

En este caso, la heurística que hemos decidido implementar consiste en que, siempre que sea posible, el chip escogerá la dirección derecha, como la famosa regla de la mano derecha. Cuando sea imposible ir en esta dirección, porque el cruce no continúe en ese sentido, o porque ya ha realizado el mismo movimiento antes, se escogerá la dirección siguiendo el siguiente orden: Derecha, arriba, izquierda y abajo. De esta forma, tenemos una lista ordenada de decisiones, en relación con a la heurística que hemos definido, esta lista se llama **Orden Direcciones**.

Igualmente, queremos evitar la aparición de bucles para que los tiempos no se disparen. Además, dada la fisionomía de la ciudad, si el camión se limita a ir a la derecha estará recorriendo todo el rato la misma calle. De manera que queremos llevar constancia de qué decisiones hemos tomado con anterioridad, para no repetirlas.

Para el tratamiento algorítmico sencillo de estas situaciones, de modo que sea posible plantear posibles soluciones de forma sencilla para el público objetivo, hemos decidido guardar la información en una lista que hemos creado, **Decisiones Anteriores**.

En dicha lista agregaremos una cadena de texto cada vez que se tome una decisión; Scratch solo permite agregar texto o valores numéricos en las listas. En el texto indicaremos el cruce en el que se ha tomado, así como cuál ha sido la dirección tomada.

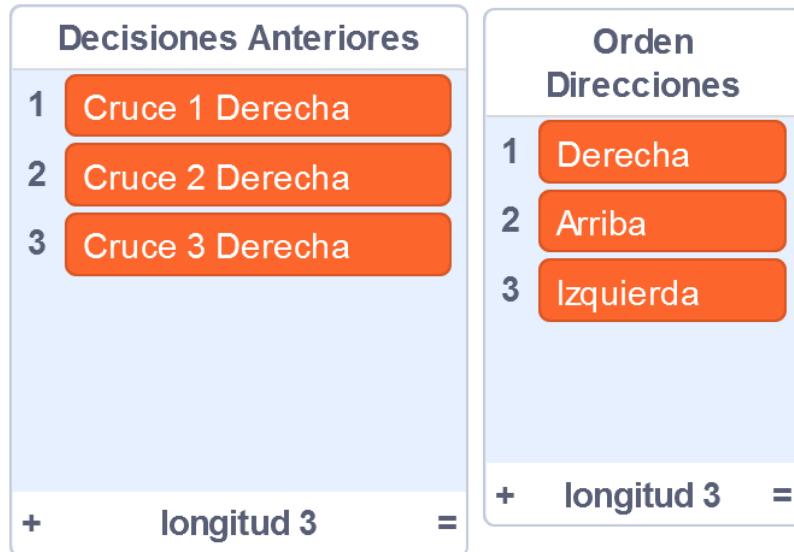


Ilustración 21: Listas para el capítulo 2 del taller. Captura obtenida de Scratch.

Al contrario de la aproximación anterior, esta no está previamente implementada, sino que se construye conjuntamente durante el taller. Primero se resuelve entre todos la lógica mediante la cual implementar el nuevo comportamiento, posteriormente son los alumnos los que la desarrollan.

Pasamos a explicar la solución propuesta. Teniendo el orden de direcciones que pueden ser tomadas, y la lista de decisiones anteriores, bastará con recorrer cada dirección y ver si existe una decisión con el cruce actual y esa misma dirección dentro de la lista de decisiones anteriores. En el caso de que no exista ningún registro en la lista que contenga el cruce actual y la dirección, esta será la dirección deseada.

En el caso de que sí que exista, se pasará a la siguiente en la lista. Llegado el caso en el que todas las direcciones existen en la lista, es decir, que no quede ninguna dirección disponible, se eliminarán todos los registros de decisiones anteriores para el cruce actual. De esta forma el ciclo empieza de nuevo.

Una vez hemos obtenido la dirección deseada, y la hemos registrado, gracias al recorrido anterior, la dirección se envía mediante un mensaje, de la misma forma en la que se realizaba en la aproximación previa.

Una vez se ha completado esta aproximación, se analiza su funcionamiento y los resultados, el tiempo que tarda, comparándolos con los de la aproximación aleatoria. Este comportamiento es razonablemente más veloz y óptimo que el anterior, sin embargo, al ser una heurística, el resultado solo es óptimo en el contexto en el que ha

sido planteado. Es decir, en este caso el camión inicia abajo a la izquierda, que es el mejor inicio posible para esta heurística. Dada la fisionomía del mapa, el movimiento más crítico es ir hacia arriba, pues hay solo un camino vertical que recorre todo el mapa y es importante no demorarse mucho en tomarlo. De esta forma, los movimientos más relevantes para recorrer óptimamente el mapa, empezando abajo a la izquierda, son derecha y arriba; estos movimientos son los más prioritarios en nuestra heurística. Es gracias a esto por lo que este enfoque permite obtener muy buenos resultados. No obstante, de empezar en otro punto, como arriba a la izquierda, por ejemplo, los tiempos aumentan drásticamente; siguen completándose el recorrido, por lo que es correcto, pero con unos tiempos muy elevados, ya que la estrategia que utilizamos no se adapta al contexto.

En este punto del taller, y antes de avanzar al siguiente capítulo, es el momento de hacer una recopilación del estado actual del proyecto, y de las ideas que hayan podido surgir durante su desarrollo. Al mismo tiempo, se discute sobre la efectividad de las heurísticas, y de otros posibles enfoques.

Capítulo 3, Descarga. En este capítulo se tratarán los factores, que forman parte del punto cinco de los contenidos planteados, **Importancia del entorno como punto esencial del desarrollo, y factores involucrados en la solución.**

Por ahora nos conformamos con el desempeño del algoritmo de la heurística derecha, sin embargo, esto no es lo único a tener en cuenta en el proyecto.

Efectivamente, el proyecto en el estado en el que se encuentra a estas alturas no es para nada viable en el mundo real. Como avanzábamos anteriormente, la dificultad del proyecto aumenta a la par que el realismo del mismo, y esto lo causa la implicación de algunos factores a tener en cuenta. Y si queremos que el proyecto pueda implementarse en un entorno real, deberemos considerar estos factores, que afectarán al comportamiento del camión y a la complejidad del proyecto.

El primer error consiste en pensar que el camión siempre va a contar con la capacidad suficiente para recoger los residuos con los que se encuentre en su ruta.

De forma que, a partir de este momento, los residuos pasan a restar una capacidad aleatoria, entre el 1 y el 3, cada vez que son recogidos por el camión.

Es importante el hecho de que la capacidad que ocupen los residuos no se pueda prever. Puesto que, si conocemos con antelación esta cifra, el camión no estaría

respondiendo a los eventos del entorno, sino que más bien estaría siguiendo un plan, algo muy diferente.

Otro cambio en el proyecto consiste en la adición de un nuevo sprite, el punto de descarga, donde el camión tendrá que dirigirse una vez se quede sin capacidad, para depositar los residuos que lleve.

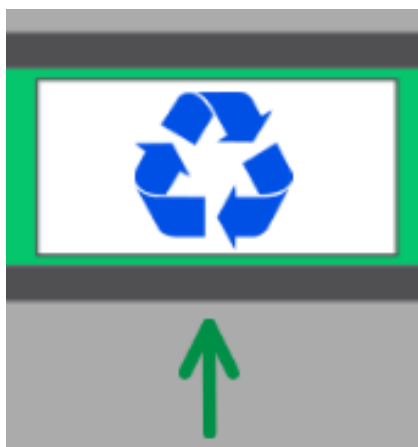


Ilustración 22: Punto de descarga. Captura obtenida de Scratch

Al contrario de con los residuos, solo habrá un punto de descarga, por lo que encontrarlo será crítico, ya que hasta que no se libere la capacidad no se podrá seguir con la ruta. Para solventar esto, consideramos que lo lógico sería poder ir directamente a realizar la descarga. De forma que en esta aproximación el chip conoce las coordenadas del punto de descarga, y con ellas dirige al camión a descargar cuando este lo necesite.

Para llevar a cabo la descarga, al igual que el camión dispone de una ruta diaria, ahora le incluiremos una ruta descarga. Y para cambiar de ruta, de estado, el camión tendrá una variable a la que llamaremos **modo**.

Esta variable nos permite dividir funcionalidades según el contexto. Al igual que el robot de limpieza deja de limpiar y se dirige al dock cuando tiene poca batería, el camión cambiara de modo y con ello cambiaran sus acciones.

Puede parecer que la variable tiene poca utilidad ahora mismo, pero a medida que se vayan introduciendo otras situaciones, que precisen de un conjunto de acciones características, el distinguir estos casos mediante modos ayuda a una programación más limpia y fácil de entender.

La ruta descarga será, de nuevo, un bucle, y seguirá esta secuencia:

- Comprobar el modo, en el caso de no ser descarga, se detendrá la ejecución de la ruta.
- Comprobar si está frente a un punto de descarga, de ser así se detendrá la ejecución de la ruta y se llamará a la función descargar. Esta función hará que el camión se detenga durante unos segundos, pasado los cuales devolverá la capacidad a su estado inicial e iniciará la ruta diaria.
- Comprobar si está en un cruce, en caso de estarlo enviará un mensaje al chip preguntando: ¿Dónde voy? Es en la recepción de este mensaje donde el sprite del chip decide en qué dirección debe moverse el camión, exactamente igual que en la ruta diaria.

La ruta diaria también pasa a incluir en su función la variable modo, exactamente de la misma forma que la ruta descarga, con una comprobación inicial.

Estos cambios también afectan al chip. Ahora, cuando tenga que decidir la dirección, primero tiene que ver en qué modo está el camión. En el caso de estar en el modo recogida, es decir, que está llevando a cabo la ruta diaria, decidirá la dirección de la misma forma que antes. Pero, en el caso de estar en modo descarga, llamará a una nueva función que determine la decisión a tomar, la función “Decidir por proximidad”, que detallaremos a continuación.

Como hemos dicho al inicio del capítulo, el camión se dirigirá directamente al punto de descarga. Para esto, el chip conoce las coordenadas del destino desde el inicio de la ejecución, además de tener siempre disponible las coordenadas actuales de camión.

Para no entrar en demasiadas complicaciones a la hora de calcular ruta, hemos planteado una función sencilla con la que determinar la dirección más apropiada para acercarse a las coordenadas. Por la distribución de las calles, como hemos explicado antes, el movimiento más importante siempre será respecto a la coordenada Y, porque hay menos caminos en los que moverse verticalmente que horizontalmente.

De forma que lo primero será ajustar respecto al eje vertical, por lo tanto, planteamos la siguiente secuencia de condicionales, y su orden:



- Si la coordenada Y del punto de descarga es superior a la del camión, y este puede moverse hacia arriba, entonces el chip elegirá arriba.
- Si la coordenada Y del punto de descarga es inferior a la del camión, y este puede moverse hacia abajo, entonces el chip elegirá abajo.
- Si la coordenada X del punto de descarga es superior a la del camión, y este puede moverse hacia la derecha, entonces el chip elegirá derecha.
- Si la coordenada X del punto de descarga es inferior a la del camión, y este puede moverse hacia la izquierda, entonces el chip elegirá izquierda.

Con esta sencilla función, el chip determinará que decisión conviene tomar para acercarse al punto de descarga, siempre y cuando el camión esté en el modo descarga. De esta forma, este será el algoritmo de la función **Decidir por proximidad**, la cual ejecutará el chip para decidir la dirección que tomar en el caso de estar en modo descarga.

Al igual que en el primer capítulo, la aproximación está ya realizada, y se utilizara para explicar la importancia de los factores, las nuevas acciones y los nuevos elementos.

El siguiente paso dentro de este capítulo consiste en la realización del siguiente ejercicio: **Descarga con 2 puntos**. Esta vez contaremos con dos puntos de descarga, y el camión irá al más cercano.

Este ejercicio cuenta con un proyecto base, en el que está implementado todo lo anterior, y en el que se ha añadido el segundo punto de descarga. Los alumnos deben llevar a cabo en él las modificaciones para incorporar este segundo punto a la función.

La solución propuesta, que se facilita al final del ejercicio, consiste en añadir el cálculo de la distancia para cada uno de los puntos. Con este dato, podemos comparar ambas distancias para ver qué punto es el más cercano. Una vez el chip ha determinado el punto de descarga más cercano, se procede a hacer exactamente lo mismo que antes, se llama a la función “Decidir por proximidad” con las coordenadas del punto más cercano.

Capítulo 4, Obstáculos. Nuevamente, se aborda el punto cuatro de los contenidos determinados. El siguiente factor a tener en cuenta, son los obstáculos.



Al igual que el robot de limpieza procura no chocar con los muebles, el camión deberá contar con una estrategia para el caso de tener un obstáculo en frente.

Esta aproximación también está previamente implementada, y durante el taller se analiza conjuntamente.

Nuevamente, incorporamos una serie de cambios en el proyecto para incorporar los nuevos elementos y las acciones involucradas.

El primer cambio consiste en la adición del sprite de obstáculo, este objeto se añade en el mapa en un momento aleatorio, gracias a una función implementada en el código del escenario.



Ilustración 23: Sprite del objeto obstáculo. Imagen obtenida de Scratch

En este caso, para gestionar el peligro, queremos que cuando se encuentre con el obstáculo, el camión vuelva despacio, siguiendo la dirección por la que ha venido, hasta encontrarse con un cruce. Una vez en el cruce, volverá a hacer lo que estaba haciendo, y la próxima vez que llegue a ese cruce, sabrá que el camino está cortado.

Al igual que con el factor anterior, introducimos un nuevo modo. El modo peligro agrupará la estrategia que gestionará la actuación del camión frente a los obstáculos. Además, tenemos una nueva variable que se encargará de guardar el modo que tenía el camión antes de encontrarse con el peligro. De esta forma, el camión podrá continuar lo que estaba haciendo una vez acabe de gestionar el obstáculo.

Y nuevamente añadiremos una ruta, la ruta peligro, que seguirá la siguiente secuencia:

- Comprobar el modo, en el caso de no ser peligro, se detendrá la ejecución de la ruta.
- Comprobar si está en un cruce, en caso de estarlo detendrá la ejecución de la ruta, y dependiendo del modo anterior la peligro, llamará a la ruta diaria o a la ruta descarga.

De nuevo, al finalizar esta pequeña secuencia, el camión avanzará un paso en la dirección hacia la que esté situado. Esta vez el paso será más corto, así el camión irá más lento, esto es una forma de representar el estado de peligro en el que se encuentra el camión.

El obstáculo es un suceso que puede ocurrir en cualquier momento, por lo que aprovechamos para introducir el concepto de evento. En la informática, un evento es una acción que puede ocurrir en cualquier momento, y se suele destinar una parte del programa a la gestión de los mismos. Esta parte estará dedicada a esperar a que ocurran, y a gestionar cada uno de estos sucesos de la forma requerida. Esto mismo queremos trasladarlo al objeto chip.

Nada más iniciar la ejecución, el chip entrará en un bucle, dentro del cual se espera a que el modo sea peligro. De esta forma estamos esperando a que ocurra, y una vez pase, el chip llamará la función que gestionará este peligro. Este mismo fragmento se replicará para cualquier otro evento que queramos gestionar.

Para la gestión del peligro desde el chip, primero se obtiene la última decisión de la lista de decisiones anteriores, con esta información el chip obtiene la última dirección tomada. Una vez obtenida, el chip posiciona al camión para que vuelva por donde ha venido, guarda el modo anterior, cambia el actual a peligro, finalmente llama a la nueva ruta.

Además, añade el último cruce junto a la dirección tomada a una lista de calles cortadas. De esta forma, en cualquier modo, antes de decidir la siguiente dirección, el chip excluye las direcciones que en el cruce actual conduzcan a un camino cortado. Esto es una aproximación sencilla de lo que sería una prevención de errores en una IA; nuestro camión no tropieza dos veces con la misma piedra.

Antes de pasar al siguiente capítulo, es el momento indicado para una recapitulación. A estas alturas del taller, se dispone de un camión que, gracias al chip, es capaz de



realizar su ruta diaria recogiendo residuos mediante una heurística, en este caso la de la derecha. Cuando el camión se queda sin capacidad, deja de recoger residuos y se dirige directamente al punto de descarga más cercano, donde depositará todos los residuos recogidos para su reciclaje, y continuará con su labor de recogida. Además, en el momento en el que un peligro obstaculice el paso, volverá al último cruce y aprenderá que ese camino no puede ser tomado.

Capítulo 5, GPS. Es aquí donde tratamos el punto seis, **Solución basada en IA más compleja y eficiente.**

La heurística que hemos planteado, aunque arroje buenos tiempos y resuelva el problema, no es la más adecuada. Como hemos expuesto anteriormente, esta heurística se beneficia del punto de partida del camión, por lo que no podemos considerarla como una solución óptima o eficiente. Queremos que la solución sea independiente del lugar en el que empieza el camión, así como de la forma en la que estén distribuidas las calles y sus elementos.

Así que, para solventar el problema de las heurísticas, intentamos buscar una forma verdaderamente óptima mediante la cual decidir las direcciones, sea cual sea la posición inicial del camión.

La solución que proponemos consiste en una aproximación basada en un sistema GPS. No es descabellado pensar que el camión conoce las paradas que tiene que hacer antes de iniciar la ruta diaria, justamente es así como se llevan a cabo todos los servicios de entrega y recogida en la actualidad. De forma que aprovechando que ya hemos usado las distancias previamente en el proyecto, podemos dirigir al camión directamente hacia las coordenadas de los residuos, implementando de esta forma lo que sería una pequeña versión de un sistema GPS.

Esta aproximación se resuelve en forma de ejercicio conjunto, discutiendo entre todos la forma de utilizar las coordenadas, y la posible reutilización de código de anteriores aproximaciones.

Previo a la realización de esta solución, se ha añadido la lista llamada “Puntos recogida”, en la que se añaden las coordenadas x e y de los residuos que el camión tiene que recoger durante su ruta diaria. Esta lista se carga en el chip nada más empezar la ejecución del programa. Y sobre esta lista trabajará el nuevo algoritmo.

La solución pasa por implementar los siguientes pasos:



- El primero paso consiste en recorrer la lista en la que estarán guardadas las coordenadas de los residuos, “Puntos recogida”. Durante este recorrido, al igual que con los dos puntos de descarga, se van calculando una a una las distancias hacia cada residuo, obteniendo de esta forma la parada más cercana.
- Una vez obtenido cuál es el residuo más próximo al camión, como tenemos sus coordenadas, al igual que con los depósitos de descarga, se utiliza la función que utilizábamos antes para decidir por proximidad. De esta forma, el chip ordena al camión moverse hacia la dirección que le aproxime al residuo más cercano.
- Finalmente, cuando se recoge un residuo, se elimina de la lista “Puntos recogida”. Eliminando al residuo, hacemos que el chip deje de tenerle en cuenta para las próximas decisiones.

De esta forma, sencilla gracias al aprovechamiento del código que habíamos empleado para la descarga, hemos implementamos una solución verdaderamente óptima para el ámbito en el que nos encontramos. Ahora el camión se dirige directamente hacia los residuos que tiene que recoger, obteniendo los mejores resultados sea cual sea la ubicación de la cual parte, y la forma de la ciudad.

Capítulo 6, Recarga. Este capítulo se utiliza para plantear un ejercicio que se deja abierto para ser resuelto en cualquier otro momento por los alumnos. A su vez, estará solucionado en Scratch para poder ser consultado.

Nuevamente, tratamos el tema de los factores, introduciendo la batería, el último factor que planteamos en el taller. Al igual que con la capacidad, no tiene sentido desarrollar un proyecto en el que se supone que el camión puede moverse de forma ilimitada siempre que el almacenamiento lo permita. En este caso, nuestro camión es un vehículo eléctrico, por lo que dispone de una batería que le permite desplazarse siempre y cuando no se agote.

Por lo que hemos introducido una variable que representa el valor de batería restante del camión. Este valor ira reduciéndose con cada paso que dé, y al llegar a 0, desatará un evento, como con los obstáculos. Obviamente, el camión debería recargar antes de quedarse sin batería, pero de cara a la programación es indiferente.



Hemos introducido un nuevo elemento en el proyecto, el centro de recarga, donde tendrá que desplazarse el camión una vez se quede sin batería.

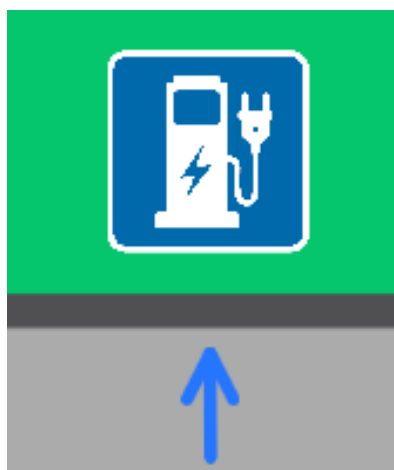


Ilustración 24: Sprites del centro de recarga. Captura obtenida de Scratch

Para solucionar este ejercicio se combinan los conocimientos obtenidos en la aproximación de la descarga, y los obtenidos al introducir el factor obstáculo. Gracias a ambas soluciones se obtiene la forma de gestionar este nuevo factor, por lo que es ideal de cara a plantear un ejercicio abierto. De esta forma, sirve para asentar lo visto previamente. Esto debido a que hemos preferido centrarnos en intentar dejar claros unos pocos conceptos concretos, antes de intentar abarcar demasiada teoría sobre inteligencia artificial. Pues lo más importante del taller, es introducir a esta disciplina, y ver su utilidad, así como despertar curiosidad hacia la misma y a seguir aprendiendo.

Extra, micro:bit. El taller finaliza con una demostración en vivo del robot educativo Maqueen, junto con la tarjeta micro:bit. Creemos que no hay mejor forma de ver la utilidad de lo aprendido, y relacionarlo con la vida real, que mediante un ejemplo en vivo. De esta forma, el camión pasa a ser el robot Maqueen, y el chip pasa a ser la tarjeta micro:bit.

Este capítulo empieza con una breve explicación de la tarjeta micro:bit, del robot Maqueen y de la forma en la que ambos se utilizan conjuntamente, siendo similares a nuestros sprites, el camión y el chip. No se detalla el funcionamiento de ninguno de los dos elementos, no es realmente necesario para lo que buscamos.

Al igual que en Scratch, necesitamos un entorno en el cual se desarrolle la acción. Por lo que hemos dispuesto de un tapiz que contiene unas negras que simulan una

sección de las carreteras del escenario planteado. El robot dispone de unos sensores que le permiten seguir la línea, de forma que aprovecharemos esto para hacer que se mueva por la carretera.

En este caso el mapa es pequeño, tiene tres cruces, en los que el camión debe decidir la dirección por la cual continuar. El funcionamiento será idéntico al de la primera aproximación, el comportamiento aleatorio, unas veces escogerá ir por la izquierda, mientras que otras por la derecha.

Ambos códigos son similares, tienen una función llamada “Ruta diaria” que consiste en un bucle, que en este caso el robot lo utiliza principalmente para ajustar su movimiento a la carretera mediante sus sensores. Además, es en esta función donde comprueba si ha llegado a un cruce, al igual que el camión, y en el momento en el que lo detecta, llama a la función “¿A dónde voy?”, como en nuestro proyecto.

Es en esta función donde se decide la dirección, en este caso, de forma aleatoria. Una vez decidida, el robot se ajusta y continua la ruta diaria.

Aunque los estudiantes no vayan a programar directamente sobre la tarjeta, se les muestra como el código es muy similar. Ambos cuentan con un set de movimientos que regularan el movimiento del robot, de la ruta diaria, y del método “¿A dónde voy?”. Cumpliendo, el robot y la tarjeta, el mismo rol que el camión y el chip. Todo esto se ha hecho así desde un principio para que sea más fácil el trasladarlo a la realidad.

De esta forma concluye el taller, habiendo repasado los siete puntos de contenidos previamente establecidos. En concreto, el punto cinco, “Importancia del entorno como punto esencial del desarrollo, y factores involucrados en la solución”. Es el único que no se trata en un capítulo en concreto. El apartado de los factores se trata tanto en el capítulo dedicado a la descarga, como en el de los obstáculos y la batería. Mientras que lo relacionado con el entorno, se trata durante el transcurso de todo el taller, teniendo su parte de importancia en todas las aproximaciones que se realizan.

De esta forma presentamos y estructuramos los contenidos que creemos relevantes de cara a introducir la inteligencia artificial en las clases de la ESO.



6. Pruebas

En este apartado explicaremos como fue la prueba del primer taller, analizaremos los puntos a mejorar y propondremos una serie de cambios para la segunda prueba.

Posteriormente, se detallará la prueba del segundo taller, y se analizará el impacto de los cambios y de las mejoras.

6.1 Primer taller

Este primer taller se realizó en el IES Ausiàs March de Gandía, el día 31 de mayo, en dos clases de segundo de la ESO.

Para este taller se prepararon unas diapositivas y una documentación externa, en la que se desarrollaba el taller, tal y como lo hemos presentado en el capítulo anterior. Además, se les facilitó con antelación las diapositivas de introducción a las profesoras del grupo de alumnos, para que pudiesen hacer una pequeña introducción en clase y que no partiesen de cero.

Antes de empezar calculábamos que con el tiempo con el que disponíamos, hora y media, daría tiempo a llegar, como mucho, al cuarto capítulo, el de los obstáculos. Y pensamos que con eso sería suficiente, ya que podrían continuarlo en cualquier otro momento, y que priorizamos asentar bien algunos de los conceptos especificados, aun no llegando demasiado lejos.

Durante el trascurso del taller surgieron algunos imprevistos que afectaron al desarrollo del mismo. El principal problema fue que, pese a que los alumnos habían tenido alguna experiencia previa programando con Scratch, no tenían la suficiente soltura para realizar los ejercicios planteados. Tampoco disponían de un conocimiento en programación suficiente para entender algunos conceptos utilizados, tales como recorridos o bucles. Por lo que esta parte lastró bastante el ritmo de la actividad.

Además, tanto las explicaciones como las diapositivas se centraban demasiado en el propio código, pudiendo resultar confuso para aquellos con dificultades para

programar o entender Scratch. Esto, sumado a un posible exceso de información en las explicaciones, en vez de recurrir más a debatir con ellos, hicieron que costara avanzar más de lo previsto. De forma que solo se pudo avanzar hasta el capítulo 3.

Aun con los inconvenientes comentados, podemos decir que el resultado fue mejor de lo esperado, pues se pudo apreciar bastante interés por parte de los alumnos, y muchos de ellos se involucraron totalmente en el desarrollo de las actividades. Y como era de esperar, el cierre con la demostración en vivo fue todo un éxito.



Ilustración 25: Fotografía tomada al final del primer taller

Tras la realización de la actividad, se puso a disposición de los alumnos un cuestionario, con el que valorar distintos aspectos del taller, de forma totalmente voluntaria, y los resultados, expuestos a continuación, fueron muy positivos:

¿Consideras que el ritmo del taller ha sido el adecuado?

12 respuestas

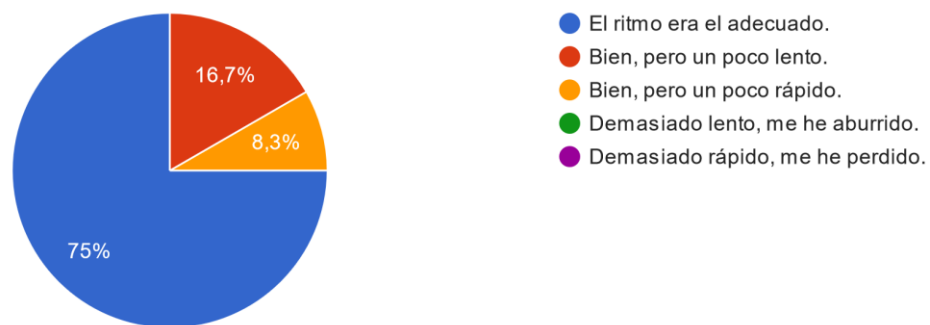


Figura 1: Gráfico pregunta n.º 1 del primer taller.

¿Consideras que has aprendido?

12 respuestas

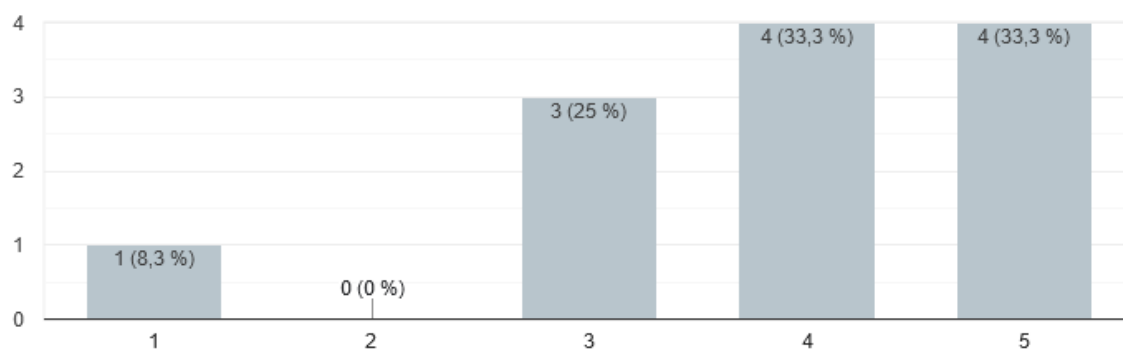


Figura 2: Gráfico pregunta n.º 2 del primer taller. Grado del 1 al 5 de lo que consideran que han aprendido.

¿Te gustaría realizar otros talleres similares sobre IA?

12 respuestas

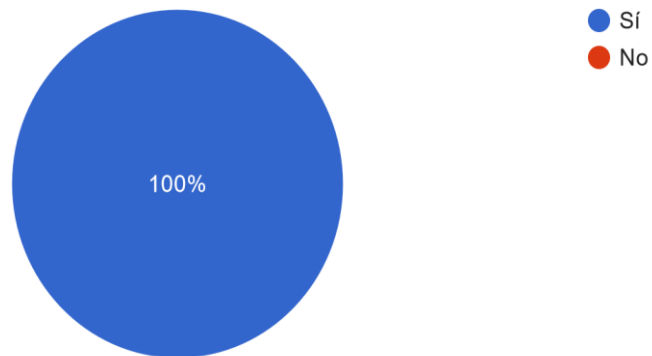


Figura 3: Gráfico pregunta n.º 3 del primer taller

¿Te ha despertado curiosidad acerca de la IA?

12 respuestas

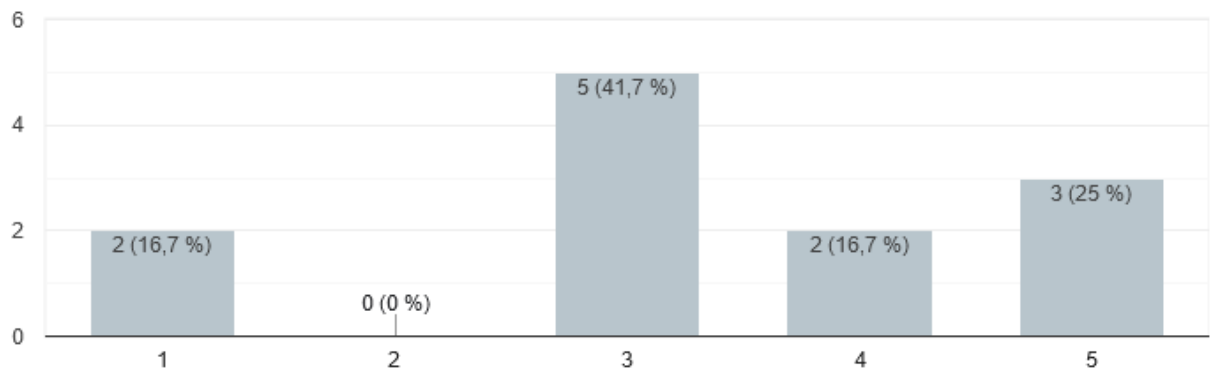


Figura 4: Gráfico pregunta n.º 4 del primer taller. Grado del 1 al 5 de la curiosidad que les ha despertado la IA.

Por último, si tienes cualquier observación/recomendación, la tendremos en cuenta para futuros talleres

4 respuestas

El taller ha estado super bien
Esta chulo
No
Yo creo que ha sido entretenido y a mí no .e ha despertado curiosidad pero puede que a otros alumnos sí

Figura 5: Gráfico pregunta n.º 5 del primer taller.

De estos resultados, extraemos las siguientes conclusiones:

- Los puntos fuertes de este primer taller son el enfoque con el que se ha tratado el tema de la IA, que claramente despierta curiosidad en los alumnos, y el ejemplo en vivo.
Además, las partes en las que se debatía con ellos fueron las más dinámicas, y las que más interés y participación despertaban, de manera que habrá que utilizar más esos momentos.
- En cuanto a los puntos débiles, sin duda son el enfoque de los ejercicios, demasiado centrados en el código, y las explicaciones alargadas sobre la programación.

No solo los resultados por parte de los alumnos fueron satisfactorios, también lo fue por parte de las profesoras. Les gustó la forma en la que hemos planteado el taller, y hemos acordado enviarles la documentación y las diapositivas una vez acabado el trabajo, para que así puedan ser empleadas como unidad temática el curso que viene. De forma que el material proporcionado, y el enfoque han dado el visto bueno, y podrán ser utilizados de forma prácticamente inmediata.

Teniendo todo esto claro, pasamos al desarrollo del segundo taller.

6.2 Desarrollo del segundo taller

Para el desarrollo del segundo taller, teniendo en cuenta los puntos fuertes y débiles del anterior, realizamos una serie de cambios enfocados en mejorar las dinámicas y el material. Detallamos a continuación esta serie de mejoras:

El cambio más importante es respecto a la forma en la que se efectúan las actividades. En el primer taller se dejaba un tiempo para que los estudiantes resolvieran las actividades individualmente. Nos dimos cuenta de que esta forma solo conseguíamos perder tiempo, además de su atención.

Viendo que las partes del taller en las que más atentos y participativos estaban, eran en las que discutíamos conjuntamente los ejercicios, decidimos modificar de esta forma el enfoque de las actividades. Ahora los ejercicios se han planteado para ser realizados conjuntamente, encontrando entre todos las respuestas a los problemas que vayan surgiendo.

Además, una vez el ejercicio se resuelva entre todos, pasan a tener disponible el proyecto solucionado en Scratch, para que de esta forma puedan probarlo, una vez lo han entendido. Así pueden ir comparando las diferentes aproximaciones que vayan surgiendo. Es más interesante probar las soluciones una vez las han entendido, que complicarse a programar y que eso lleve a perder el foco y a no entender las explicaciones.

El siguiente cambio, también es referente a las actividades. Partiendo de la problemática anterior, esta vez no nos detendremos tanto en explicar el código, sino en el algoritmo subyacente. Es más interesante poner el foco de los ejercicios en encontrar la lógica tras la solución, es decir, entender el algoritmo independientemente del lenguaje con el que se implemente. De esta forma, conocer o no Scratch, y saber o no programar, no serán un requisito.

Finalmente, el último cambio va dirigido a hacer más dinámico el taller. Hemos replanteado el diseño de las diapositivas, eliminando aquellas que se centraban exclusivamente en el código. Además, hemos añadido otras enfocadas en los algoritmos, estas diapositivas están llenas de animaciones que hacen más sencillo explicar la lógica tras la solución. De esta forma el material es mucho más visual y fácil de entender.



Con los cambios añadidos, este segundo taller sigue teniendo las mismas bases que el primero, sigue teniendo los mismos contenidos y la misma estructura; ya que ambas partes las hemos considerado como exitosas. Sin embargo, ahora es más dinámico, sencillo y orientado más hacia el pensamiento computacional que a saber programar.

6.3 Segundo taller

Este segundo taller se llevó a cabo el 13 de junio, en el IES Ramón Llull de València, en una clase de primero de la ESO.

De nuevo, enviamos con antelación las diapositivas introductorias a la profesora de informática del centro, quien introdujo el taller.

Esta segunda vez, el trascurso de la actividad fue mucho más fluido que en la anterior. El nuevo enfoque en las actividades, y las nuevas diapositivas permitieron un mejor ritmo, y aumentaron la implicación de los estudiantes. Nuevamente, se vio el interés en los alumnos, y no se perdió tiempo entrando en detalles de la programación y Scratch. Gracias a los cambios añadidos, esta vez sí que pudimos llegar al capítulo de los obstáculos, sin necesidad de apresuramientos. Además, tuvimos un margen más que suficiente para realizar correctamente la demostración en vivo, que de nuevo gustó mucho.

Como en el anterior taller, los alumnos que quisieron pudieron llevar a cabo una valoración, a través del mismo cuestionario.

Esta vez eran menos alumnos, aproximadamente la mitad, pero hay un par de respuestas más, es un dato a tener en cuenta a la hora de interpretar los siguientes resultados:

¿Consideras que el ritmo del taller ha sido el adecuado?

15 respuestas

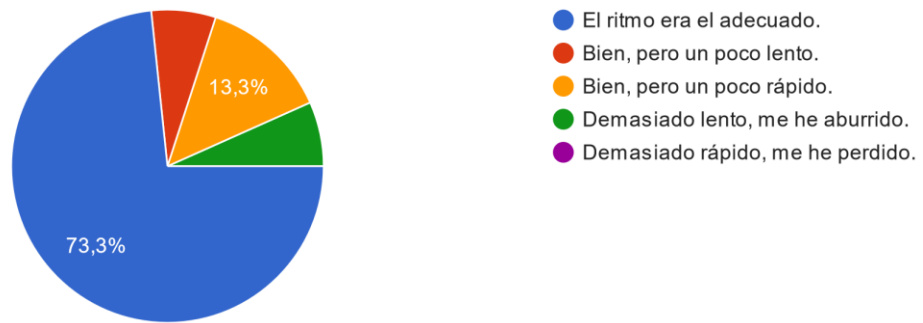


Figura 6: Gráfico pregunta n.º 1, segundo taller

¿Consideras que has aprendido?

15 respuestas

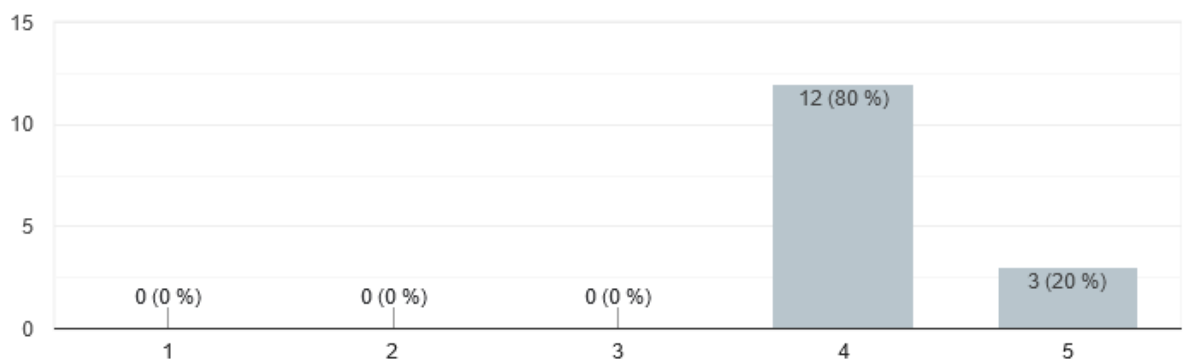


Figura 7: Gráfico pregunta n.º 2, segundo taller. Grado del 1 al 5 de lo que consideran que han aprendido.

¿Te gustaría realizar otros talleres similares sobre IA?

15 respuestas

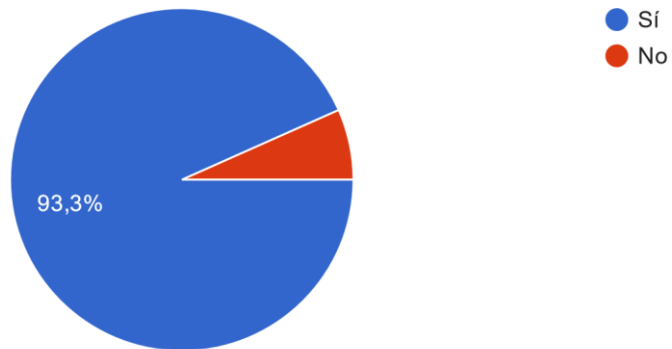


Figura 8: Gráfico pregunta n.º 3, segundo taller

¿Te ha despertado curiosidad acerca de la IA?

15 respuestas

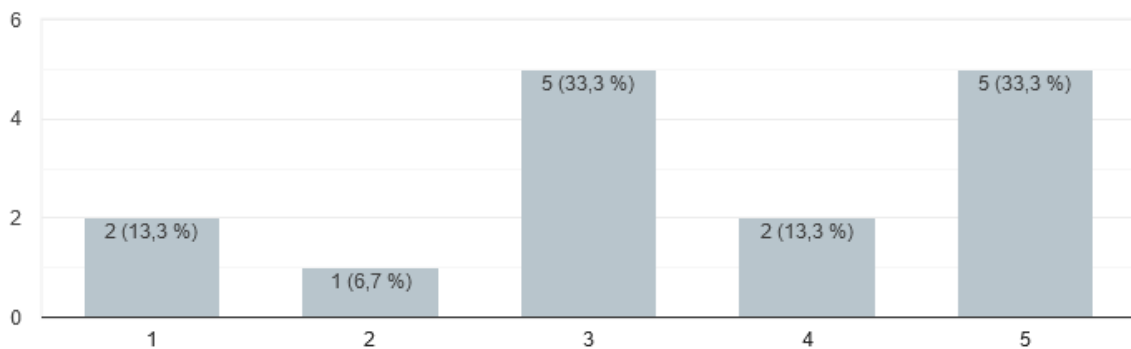


Figura 9: Gráfico pregunta n.º 4, segundo taller. Grado del 1 al 5 de la curiosidad que les ha despertado la IA.

Por último, si tienes cualquier observación/recomendación, la tendremos en cuenta para futuros talleres

5 respuestas

No
Que hubiera más talleres amenudo
No tengo ninguna observación
Si

Figura 10 Gráfico pregunta n.º 5, segundo taller

De estos resultados, extraemos las siguientes conclusiones:

- Los puntos fuertes del primer taller, el enfoque con el que se ha tratado el tema de la IA y el ejemplo en vivo, siguen destacando y siendo exitosos.
- Nuevamente, las partes en las que se debatía con ellos fueron muy dinámicas y despertaban mucho interés y participación. Además, a diferencia del primer taller, esto se extendió también a la realización de los ejercicios, el cual era el punto débil. Ahora, de forma general, el taller es más dinámico, y entretenido.
- En cuanto a los puntos débiles, los del primer taller sin duda han sido resueltos, ahora no se pierde el foco en los ejercicios y en las explicaciones dirigidas al código. Este segundo taller no consideramos que tenga puntos débiles, aunque siempre podría obtenerse una mejor participación, los resultados nos parecen fantásticos.

Nuevamente, no solo los resultados por parte de los alumnos fueron buenos, también lo fueron por parte de la profesora de informática. Tanto el enfoque de taller, como el material presentado gustaron de nuevo. Por lo tanto, se volvió a acordar el aportar la documentación a posteriori para que pueda usarse de unidad temática el curso que viene. Por lo que, en este apartado, la prueba vuelve a ser exitosa.



Ilustración 26: Fotografía tomada al inicio del segundo taller.

6.4 Comparativa de ambos talleres

Ambos talleres pueden considerarse exitosos, aunque despertó más interés y tuvo un mejor ritmo el segundo. Si bien los resultados tanto de alumnos como del profesorado no distan mucho de un taller a otro.

Consideramos que los cambios implementados en el segundo taller han tenido un impacto muy positivo en el mismo, por lo que ahora es más accesible, y más dinámico y entretenido. Estas características son más complicadas de medir a través de encuestas, pero pudo apreciarse durante la realización del taller.

Por lo tanto, consideramos que, aunque ambos talleres pueden utilizarse como material didáctico, la mejor versión es la segunda. Además, consideramos que ha habido una evolución notoria.

Así mismo, este segundo taller será el que entrará en el catálogo del Museu y el que se proporcionará como unidad didáctica en ambos institutos, siendo, por lo tanto, la versión final.

7. Conclusiones

En este apartado haremos un repaso a los objetivos propuestos y analizaremos si se han cumplido o no, y en qué grado. También discutiremos los logros, y la visión a futuro, pues en este trabajo en concreto esta es una parte fundamental.

7.1 Repaso a los objetivos

Como establecimos en capítulos anteriores, la forma de validar los objetivos era probando el taller en una situación real. Esto serviría para validar el material y los enfoques, tanto por parte de los alumnos como de los profesores.

Después de realizar dos veces el taller en dos institutos, y habiendo realizado mejoras del primero al segundo, se puede concluir que:

El principal objetivo, que el taller sirviese para acercar la IA y para asentar algunos conocimientos básicos sobre esta disciplina, podemos darlo por cumplido.

Consideramos que los siete puntos de contenido especificados se han tratado adecuadamente durante el desarrollo del taller; por lo que, en cuanto a contenidos se refiere, tenemos que darle el visto bueno.

Respecto al acercamiento a la IA, tanto el enfoque como la demostración final creemos que logran satisfacer este aspecto, al que tanta importancia le hemos dado durante el transcurso de la actividad. De esta forma, concluimos que, en cuanto a los contenidos y los enfoques, el taller supera este objetivo.

Por otro lado, analizando la respuesta de alumnos y profesorado, llegamos a la misma conclusión. Dado que las valoraciones de los alumnos en estos aspectos son muy positivas, y que hay interés por parte de ambas profesoras en utilizar el material como material docente durante el próximo curso.

Respecto a los objetivos de demostrar que la inteligencia artificial es un campo muy interesante para aprender, y de demostrar la utilidad de Scratch en este campo, también los damos por cumplidos.

El enfoque del taller, y su planteamiento con Scratch, despertaron interés en la materia, lo cual puede observarse en los resultados de ambos talleres. Por lo que queda demostrado que la IA es un campo muy interesante para aprender, aun a esas edades.

Además, la utilidad de Scratch queda más que demostrada, pues el formato ha gustado tanto a alumnos como al profesorado. Esto se puede apreciar tanto en el trascurso de los talleres, como en los resultados de las encuestas; de 27 respuestas en total, todos, a excepción de uno, votaron que si les gustaría recibir más talleres así. Probando la efectividad del formato y del uso de la herramienta

El siguiente objetivo, el acercamiento asequible y sin requisitos, lo damos por fallido en el primer taller. Esto debido a las dificultades a la hora de resolver las actividades que se plantearon, lastrando, en parte, el trascurso del taller. Aunque la teoría estaba planteada para que pudiese entenderse sin conocimientos de programación, el formato y la estructura del taller remaban en dirección contraria. Por lo cual, algunos alumnos se atascaron al no saber programar, perdiendo la atención.

No obstante, estos problemas se eliminan de cara al segundo taller. En la segunda prueba, conocer o no Scratch, o tener o no conocimientos de programación, no supuso ninguna barrera; más bien es un aliciente para aquellos con interés en la programación. Por lo que, en este segundo taller si puede darse por cumplido el objetivo.

Se buscaba relacionar la teoría de la IA con el mundo real, y creemos que este objetivo también puede darse por cumplido. Sobre todo, gracias a la demostración en vivo del final de ambos talleres. En esta demostración, pudieron ver de primera mano como aquello, que habíamos hecho entre todos, no estaba tan lejos de las tecnologías que se usan hoy en día, pudiendo demostrar su utilidad real.

Finalmente, respecto al carácter medioambiental, también damos por cumplido el objetivo de abordar temas de esta índole. Aunque el taller no se centraba en eso, estuvo presente desde el inicio del mismo, marcando el contexto sobre el que se presentaron las actividades, siendo una parte fundamental del proyecto desarrollado.

De esta forma, habiendo repasado los objetivos que habíamos planteado en un inicio, concluimos en que todos han sido cumplidos exitosamente.



7.2 Logros

Una vez analizados los objetivos, nos centramos en los logros que hayamos podido obtener durante la realización de este proyecto.

El principal logro que queremos destacar es el interés por parte del profesorado en utilizar el taller como unidad didáctica. Creemos que no hay mejor indicativo del éxito de un trabajo de este tipo, orientado a la educación, que ser usado como material para dar clase. Esto valida completamente la utilidad del trabajo realizado, pudiendo ser empleado para ayudar a acercar la inteligencia artificial a las clases de secundaria, que era el motivo detonante de este proyecto.

Esto se refuerza con el hecho de que el taller vaya a formar parte dentro del catálogo de actividades del Museu d'Informàtica. Haciendo que el trabajo efectuado vaya a tener una utilidad real para con la problemática vista en el segundo capítulo.

Otro logro que queremos comentar es que, gracias a la realización de este trabajo, estamos probando que iniciativas de esta índole pueden ser muy útiles, incluso a corto plazo, de cara a acercar conocimientos informáticos que a priori pueden parecer demasiado complejos.

Un taller de este tipo puede hacerse con otras ramas dentro de la informática, o áreas externas a esta. Como, por ejemplo, la ciberseguridad; podría tratarse esta área en un taller similar que sirva para introducir la problemática de la seguridad, y tratar algunos conceptos básicos. O con la robótica, pudiendo llevarse a cabo exclusivamente a través de micro:bit, de la misma forma en la que para este taller hemos utilizado Scratch, de manera que se le pueda sacar aún más provecho del robot Mqueen, u otros robots educativos. Las posibilidades son inmensas, solo hacen falta más iniciativas.

7.3 Visión a futuro

Una vez efectuado el trabajo, habiéndolo probado, y analizado los resultados y el cumplimiento de los objetivos; solo queda plantearse cuál es la perspectiva de futuro que le espera.

Repasando lo expuesto en los dos anteriores puntos, podemos decir que la perspectiva de futura se plantea prometedora. Esto es gracias a que el taller estará disponible para poder seguir haciéndose desde el Museu d'Informàtica, y a que la documentación generada se aportará para ser impartida como unidades temáticas en dos institutos. De esta forma, el material creado va a poder seguir siendo empleado en ambos ámbitos, pudiéndose incluso mejorar en el caso de ser necesario.

Además, se ha abierto la puerta a relacionar el taller con talleres de otros ámbitos. Por una parte, puede encajar bien con talleres de programación con Scratch, en los que dar un paso en este aspecto. Puede ser interesante aprovechar nociones de programación más complejas que las vistas en este taller, para así poder sacar aún más provecho de Scratch, y desarrollar soluciones más pulidas.

Por otro lado, también puede enlazarse con talleres del ámbito de la robótica, como pueden ser talleres centrados en micro:bit. Donde gracias a dedicarle un mayor tiempo y atención a este aspecto, se pueden realizar pruebas más complejas y avanzadas con los robots.

En estos momentos, ambas propuestas no son más que ideas que han surgido mientras se llevaba a cabo este trabajo. Por lo que, aun siendo su desarrollo una posibilidad factible, tampoco habría que darle un peso demasiado elevado de cara al análisis de futuro.



7.4 Relación con lo estudiado

El ámbito de este trabajo es un tanto peculiar, pues sus objetivos no van dirigidos a implementar ninguna solución mediante un proyecto de ingeniería de software, como cabría esperar, siendo esta la rama que he cursado.

Este proyecto va dirigido a ayudar a acercar conocimientos relacionados con la informática, en este caso la inteligencia artificial, a las aulas de secundaria. Motivado por todo lo expuesto en el capítulo 2.

Por lo tanto, el trabajo se presenta por la rama de computación, pues sus contenidos casan más con los que se pueden aprender cursando esta rama. De forma que poco se puede relacionar con los contenidos estudiados. Sin embargo, merece la pena resaltar lo aprendido en la asignatura “Sistemas Inteligentes”, SIN. En esta asignatura aprendimos conceptos que han sido relevantes de cara a la realización del trabajo.

7.5 Nivel personal

Finalmente, a nivel personal he de decir que ha sido una grata experiencia.

El tema me pareció interesante desde un primer momento, me intereso la motivación y los objetivos que pretendían obtenerse.

Sin embargo, realmente me aterraba la idea de tener que impartir el taller, y más, aunque fuese a ser en dos institutos. No obstante, la experiencia ha merecido la pena, y he podido disfrutar también esos momentos.

Ver como había alumnos que realmente estaban interesados en lo explicado, que podías notar que querían solucionar los ejercicios, y que les gustaba intervenir y preguntar, ha hecho que sin duda merezca la pena.

Además, lo que más me ha gustado del proyecto, es el hecho de que el taller vaya a poder utilizarse en distintos ámbitos. Que vaya a ser más que un trabajo de fin de grado. El hecho de ver que el trabajo realizado es útil, y haya sido reconocido como tal, en las dos ocasiones en las que se ha probado, hace que sin duda merezca la pena las horas invertidas.

De forma que estoy agradecido con haber tenido la oportunidad de llevar a cabo este proyecto, y espero que haya más de esta índole, pues ningún recurso destinado a la educación es en vano.

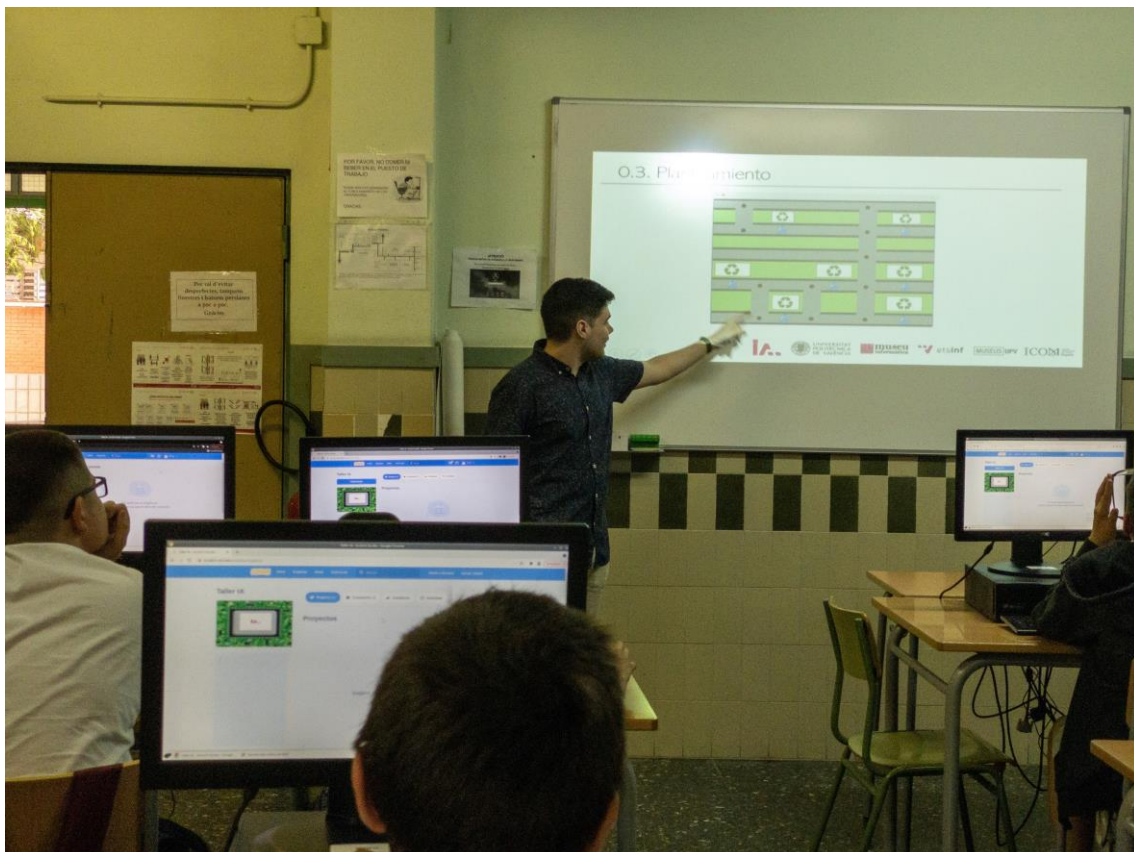


Ilustración 27: Fotografía tomada durante la realización del segundo taller.

8. Bibliografía

- [1] Dans, E. (2012, 1 abril). *La programación, la enseñanza y los niños*. Enrique Dans.
<https://www.enriquedans.com/2012/04/la-programacion-la-ensenanza-y-los-ninos.html>
- [2] Naughton, J. (2018, 22 marzo). *A manifesto for teaching computer science in the 21st century*. The Guardian.
<https://www.theguardian.com/education/2012/mar/31/manifesto-teaching-ict-education-minister>
- [3] Accenture, Purdy, M., & Daugherty, P. (2017). *How AI boosts industry profits and innovation*. https://www.accenture.com/es-es/_acnmedia/36DC7F76EAB444CAB6A7F44017CC3997.pdf?la=en
- [4] Colaboradores de Wikipedia. (2022, 27 febrero). *Conferencia de Dartmouth*. Wikipedia, la enciclopedia libre.
https://es.wikipedia.org/wiki/Conferencia_de_Dartmouth
- [5] Rubio, N. M. (2022, 3 febrero). *Test de Turing: qué es, cómo funciona, ventajas y limitaciones*. Psicología y Mente. <https://psicologiymente.com/cultura/test-turing>
- [6] IDC. (2022, febrero). *IDC Forecasts Companies to Increase Spend on AI Solutions by 19.6% in 2022*. IDC: The premier global market intelligence company.
<https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS48881422>
- [7] IBM. (2022, 15 junio). *El 65% de las empresas españolas ya implementa Inteligencia artificial o planea hacerlo para impulsar sus estrategias de ESG, según un estudio de IBM*. IBM España News Room.
<https://es.newsroom.ibm.com/announcements?item=122733>

- [8] Álvarez, M. (2022, 10 febrero). *La IA y los datos generarán 16.500 millones de euros para 2025 en la industria española*. IDG Communications S.A.U.
<https://www.computerworld.es/tendencias/la-ia-y-los-datos-generaran-16500-millones-de-euros-para-2025-en-la-industria-espanola>
- [9] Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. (2022, 13 abril). *Ministerio de Industria, Comercio y Turismo - El Ministerio de Industria lanza la línea de ayudas Activa Financiación con 140 M€ para apoyar la transformación digital de la industria* [Comunicado de prensa]. <https://www.mincotur.gob.es/es-es/GabinetePrensa/NotasPrensa/2022/Paginas/El-Ministerio-de-Industria-lanza-la-linea-de-ayudas-Activa-Financiacion-con-140-M-euro-para-apoyar-la-transformacion-digital-de.aspx>
- [10] La Moncloa. (2020, 2 diciembre). *ENIA Estrategia nacional de Inteligencia artificial* [Diapositivas]. La Moncloa.
<https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Documents/2020/ENIA2B.pdf>
- [11] Comisión Europea. (2020, febrero). *LIBRO BLANCO sobre la inteligencia artificial - un enfoque europeo orientado a la excelencia y la confianza*.
https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_es.pdf
- [12] McKinsey & Company. (2021, 8 diciembre). *The state of AI in 2021*. McKinsey.
<https://www.mckinsey.com/business-functions/quantumblack/our-insights/global-survey-the-state-of-ai-in-2021>
- [13] Generalitat Valenciana. (s. f.). *Currículo ESO-Bachillerato por materias - Generalitat Valenciana*. Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la

Generalidad Valenciana. <https://ceice.gva.es/es/web/ordenacion-academica/curriculo-eso-bachillerato-por-materias>

- [14] Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (2022, 30 marzo). *BOE.es - BOE-A-2022-4975 Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria*. BOE. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2022-4975>
- [15] Naciones Unidas. (2015, 25 septiembre). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- [16] MIT Technology Review. (2019, 10 octubre). *El masivo experimento chino que podría revolucionar la educación mundial*. <https://www.technologyreview.es/s/11348/el-masivo-experimento-chino-que-podria-revolucionar-la-educacion-mundial>
- [17] Yu, C. (2021, 16 septiembre). *Education tech firm Squirrel AI bullish on market prospects*. Chinadaily. <https://www.chinadaily.com.cn/a/202109/16/WS6142fa9ca310e0e3a6822120.html>
- [18] Nataraj, P. (2022, 22 febrero). *How schools in India are integrating AI in their curriculum*. Analytics India Magazine. <https://analyticsindiamag.com/integrating-ai-curriculum-cbse-international-schools-humanoid-robots/>
- [19] Coughlan, B. S. (2013, 4 febrero). *Computer science part of English Baccalaureate*. BBC News. <https://www.bbc.com/news/education-21261442>
- [20] CSTA. (2017). *CSTA K–12 CS Standards* [Conjunto de datos]. CSTA. <https://www.csteachers.org/Page/standards>

- [21] Code. (s. f.). *AI and Machine Learning Module - Code.org*. Code.org.
https://studio.code.org/s/aiml-2022?redirect_warning=true
- [22] UNESCO. (2019a). *Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education*. International Conference on Artificial Intelligence and Education, Planning Education in the AI Era: Lead the Leap, Beijing, 2019.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>
- [23] UNESCO. (2019b, octubre 4). *Conferencia internacional sobre la Inteligencia artificial en la Educación*. <https://es.unesco.org/themes/tic-educacion/conferencia-ia-educacion-2019>
- [24] UNESCO (Ed.). (2015). *Qingdao Declaration, 2015: Seize Digital Opportunities, Lead Education Transformation*.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000233352>
- [25] UNESCO, Holmes, W., Hui, Z., Miao, F., & Ronghuai, H. (2021). *Inteligencia artificial y educación*. Van Haren Publishing.
- [26] IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability* [Conjunto de datos]. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
- [27] Scratch. (2021). *Scratch - Annual Report 2021*. <https://scratch.mit.edu/annual-report>



9. Anexos

9.1 Programas generados

- Previo al taller: <https://scratch.mit.edu/projects/661659845>
- 1. Decisiones aleatorias: <https://scratch.mit.edu/projects/661045429>
- 2. Decisiones aleatorias sin bucles: <https://scratch.mit.edu/projects/660351012>
- 3. Heurística derecha: <https://scratch.mit.edu/projects/675586498>
- 4. Descarga: <https://scratch.mit.edu/projects/675997600>
- 5. Descarga con 2 puntos: <https://scratch.mit.edu/projects/678300603>
- 6. Obstáculos: <https://scratch.mit.edu/projects/679249033>
- 7. Paradas con coordenadas: <https://scratch.mit.edu/projects/679671208>

Enlace al estudio: <https://scratch.mit.edu/studios/31628232>

9.2 ODS y documentación generada

A continuación, están anexados tanto el documento en el que relacionamos el trabajo realizado con los distintos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, como las diapositivas generadas para los talleres.

Hay dos grupos de diapositivas distintas, las primeras son las que se enviaron a los centros para que los alumnos tuviesen un primer contacto, las siguientes son las utilizadas durante el taller.

Hay que tener en cuenta que la mayoría de las diapositivas funcionaba mediante animaciones con las que se detallaba las explicaciones, que debido al formato no están disponibles, al igual que los videos.



ANEXO

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. Fin de la pobreza.				X
ODS 2. Hambre cero.				X
ODS 3. Salud y bienestar.				X
ODS 4. Educación de calidad.	X			
ODS 5. Igualdad de género.				X
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.				X
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.		X		
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.				X
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.		X		
ODS 10. Reducción de las desigualdades.				X
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.		X		
ODS 12. Producción y consumo responsables.				X
ODS 13. Acción por el clima.				X
ODS 14. Vida submarina.				X
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.				X
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.				X
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.				X



Reflexión sobre la relación del TFG/TFM con los ODS y con el/los ODS más relacionados.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible ya han sido previamente tratados en este trabajo, dado sus implicaciones indirectas con la realización del mismo, como ya se ha procedido a explicar en los anteriores puntos. Además de estar presentes de forma indirecta, algunos de estos objetivos también forman parte directamente del proyecto, estos objetivos son: “Educación de calidad”, “Energía asequible y no contaminante”, “Industria, innovación e infraestructuras” y “Ciudades y comunidades sostenibles”. A continuación, detallamos la relación del trabajo con cada uno de los objetivos mencionados:

- ODS 4. Educación de calidad.

El objetivo número 4 es el que más presente está en el proyecto, pues forma parte de la finalidad del mismo: facilitar el aprendizaje de conocimientos relacionados con la inteligencia artificial en aulas de la ESO. Por lo que este objetivo ha estado presente tanto en el planteamiento como en la totalidad de la realización del trabajo, siendo fundamental a la hora de preparar y llevar a cabo el taller.

Además, no solo está presente en el planteamiento y en su realización, sino que también ha formado parte de las pruebas. Uno de los motivos por los cuales el taller ha sido probado en varios institutos, es el de comprobar la calidad y efectividad del mismo en un entorno educativo real.

Dado la importancia del cumplimiento del objetivo para con el correcto funcionamiento de este proyecto, consideramos que el grado de relación con el mismo no puede ser otro que alto.

- ODS 7. Energía asequible y no contaminante.

El eje sobre el que se sostiene el taller realizado está firmemente enlazado con este objetivo; dado que las actividades consistían en dotar a un camión eléctrico de inteligencia para que pudiese realizar una ruta de recogida de residuos para su posterior reciclaje. Partiendo de esta premisa, se han tenido en cuenta el impacto de la contaminación en el medio ambiente para el planteamiento del objetivo del taller. Además, durante el trascurso de las actividades siempre han estado presentes las implicaciones para con el medio ambiente de la solución propuesta, la del camión.

De esta forma, el objetivo ha formado parte del proyecto en la mayoría de sus puntos; no obstante, como el trabajo no se centra completamente en el cumplimiento del mismo, sino que está presente más a modo de contexto del taller y sus actividades, hemos valorado la relación con un nivel medio.



- ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.

Con este objetivo de desarrollo sostenible nos encontramos con un caso prácticamente idéntico al anterior. Analizando la premisa sobre la que se desarrollan las actividades, así como la solución propuesta basada en el camión inteligente, encontramos similitudes con los puntos descritos dentro de este objetivo. De forma que, nuevamente, el planteamiento y la ejecución del taller van ligadas a la consecución del objetivo. Como bien puede ser el planteamiento de una infraestructura sostenible, en el caso del conjunto de sistemas que envuelven al camión; o el desarrollo, investigación e innovación que plantea el uso de la inteligencia artificial dentro de la solución propuesta.

De esta forma, al igual que con el objetivo anterior, consideramos que el grado de relación con este ODS es de nivel medio.

- ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.

Nuevamente, como pasa con los dos objetivos anteriores, este ODS se encuentra presente en el planteamiento y en la ejecución del taller. Esta relación principalmente se ve reflejada en la meta 11.6, “De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo”. Siendo la gestión de los desechos el objetivo que persigue la solución propuesta para el taller; que contribuye, principalmente, al desarrollo de una comunidad sostenible.

Así que al igual que con los objetivos 7 y 9, pensamos que el nivel de relación es medio.



Mayo 202x



MUSEUS UPV

ICOM CONSEJO INTERNACIONAL DE MUSEOS ESPAÑA

1

1. Smart Cities, Reciclaje e IA

Automatización de procesos propios de la ciudad, usando técnicas de IA y buscando opciones limpias, verdes, que mejoren la calidad de vida en dichas ciudades.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

museu informàtica

etsinf

MUSEUS UPV

ICOM CONSEJO INTERNACIONAL DE MUSEOS ESPAÑA

2

1. Smart Cities, Reciclaje e IA

Importancia no sólo de la recogida eficiente de residuos, sino del uso de los mismos como materia prima de nuevos procesos, es decir, el **reciclaje**.

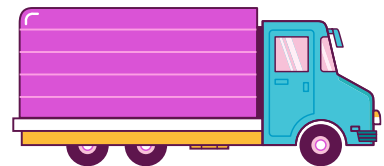


3

1. El camión

Tiene un set de acciones, el cual queremos ejecutar siguiendo un **comportamiento**.

Las **decisiones** encargadas de definir su comportamiento le son ajenas.



4

2. El entorno

El camión no es capaz de **analizar su entorno**, por lo que será el entorno el encargado de hacer llegar esa **información**.

Para avisar de los cruces tenemos estos objetos circulares.



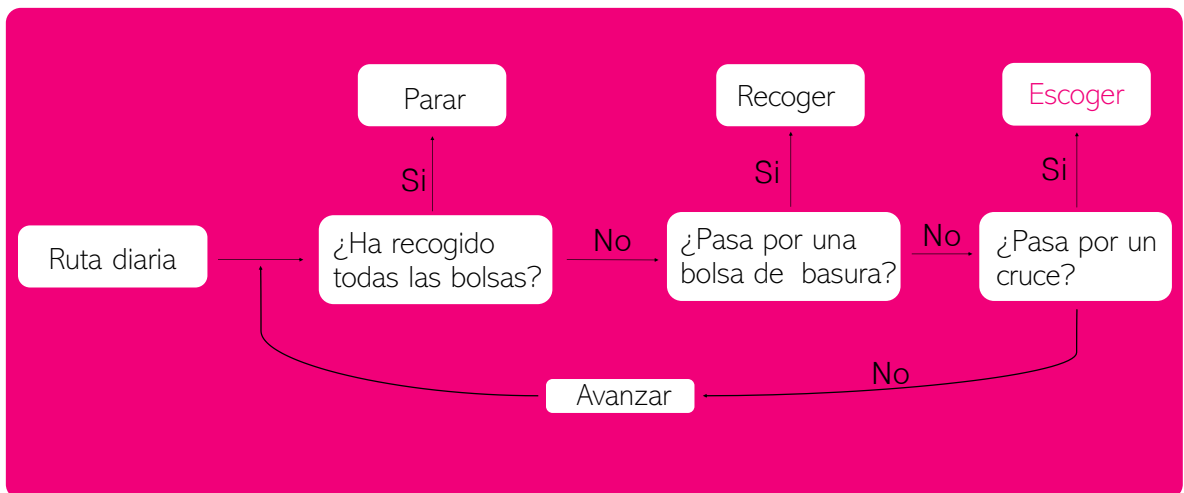
El camión tendrá que recoger bolsas de basura, por lo que estas también están representadas.



COMITÉ
NACIONAL DE MUSEOS
España

5

3. Acciones del camión: **Ruta diaria**



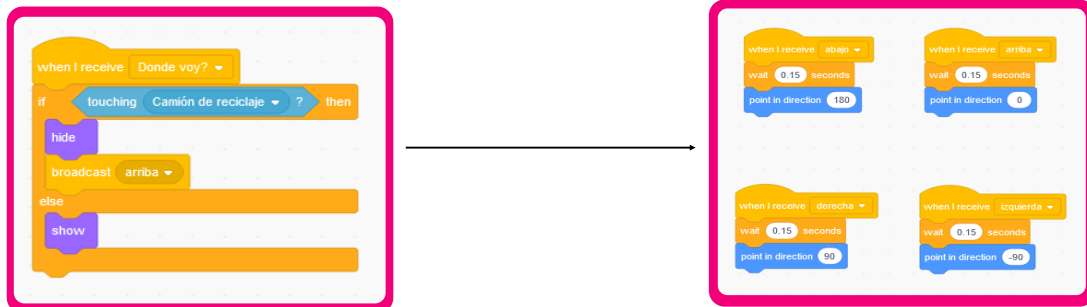
COMITÉ
NACIONAL DE MUSEOS
España

6

4. Comportamiento

Para esta primera prueba, no tendremos un objeto encargado de definir el **comportamiento**, esto lo trataremos en el taller.

Por lo que es el entorno quien envía la acción a ejecutar al camión

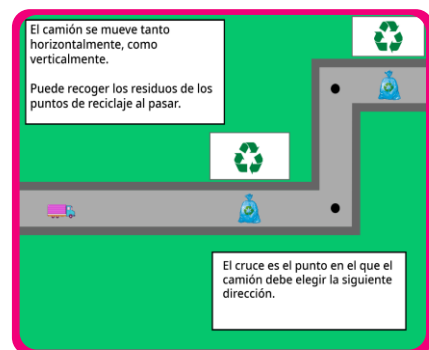


7

5. ¡Pruébalo tu mismo!

A través del siguiente enlace puedes entrar en el proyecto, para probarlo:

<https://scratch.mit.edu/projects/61659845>



8



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



museu
informàtica

Introducción a la IA a través de SCRATCH

Mayo 202x



MUSEUS UPV

ICOM CONSEJO
INTERNACIONAL
DE MUSEOS
España

1

Inteligencia Artificial

¿Qué es?



La disciplina que intenta replicar y desarrollar procesos que imitan las funciones cognitivas propias del ser humano, como «percibir», «razonar», «aprender» y «resolver problemas» en maquinas.



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

museu
informàtica



MUSEUS UPV

ICOM CONSEJO
INTERNACIONAL
DE MUSEOS
España

2

Inteligencia Artificial



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

museu
informàtica

v etsinf

MUSEUS UPV ICOM

SEMPER
INNOVANDO
EN INVESTIGACIÓN
Espana

3

0. Motivación



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

museu
informàtica

v etsinf

MUSEUS UPV ICOM

SEMPER
INNOVANDO
EN INVESTIGACIÓN
Espana

4

0.1. Problema real

Contaminación

Cambio climático

Destrucción de ecosistemas.

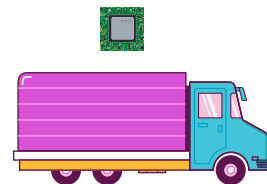


COMITÉ
INTERNACIONAL
DE MUSEOS
España

5

0.2. Planteamos una posible solución

Vamos a utilizar la IA para dotar de **comportamiento** a un **camión autónomo** que se encargará de la recogida de estos residuos.



COMITÉ
INTERNACIONAL
DE MUSEOS
España

6

1. Primera aproximación:

Decisiones aleatorias.

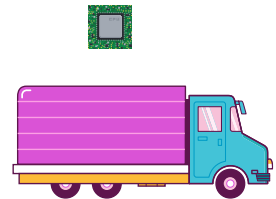


7

1.1 El camión y el chip

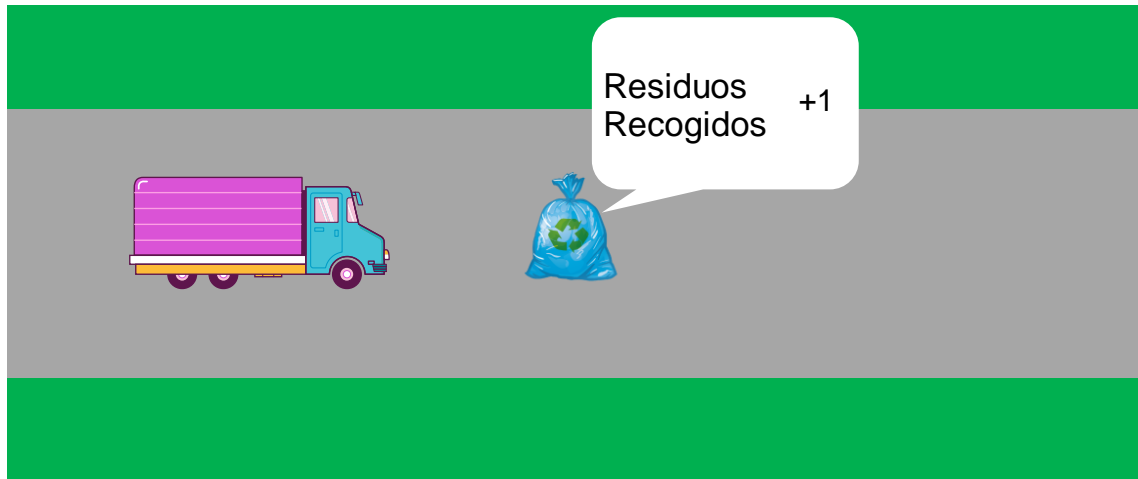
El **camión** dispone de un set de movimientos, y sigue una **Ruta Diaria**.

El **chip** actuará como el “**cerebro**” del camión, y lo utilizaremos para dotarle de **inteligencia**.



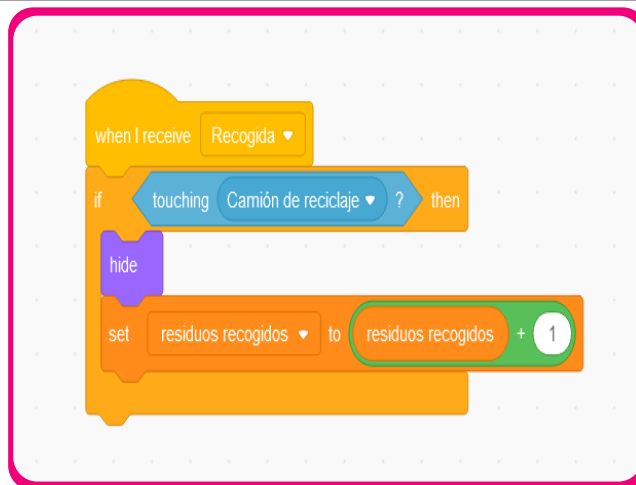
8

1.2 El entorno: Los residuos



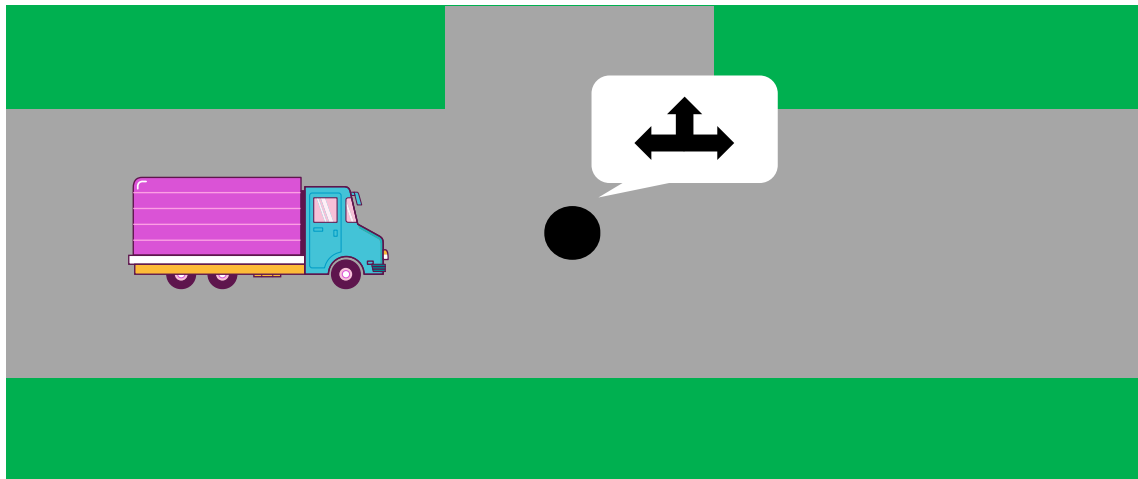
9

1.2 El entorno: Los residuos



10

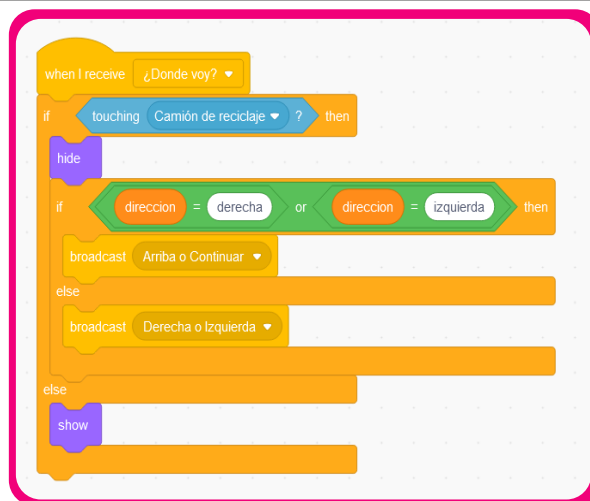
1.3 El entorno: Los cruces



CONSEJO
INTERNACIONAL DE MUSEOS
España

11

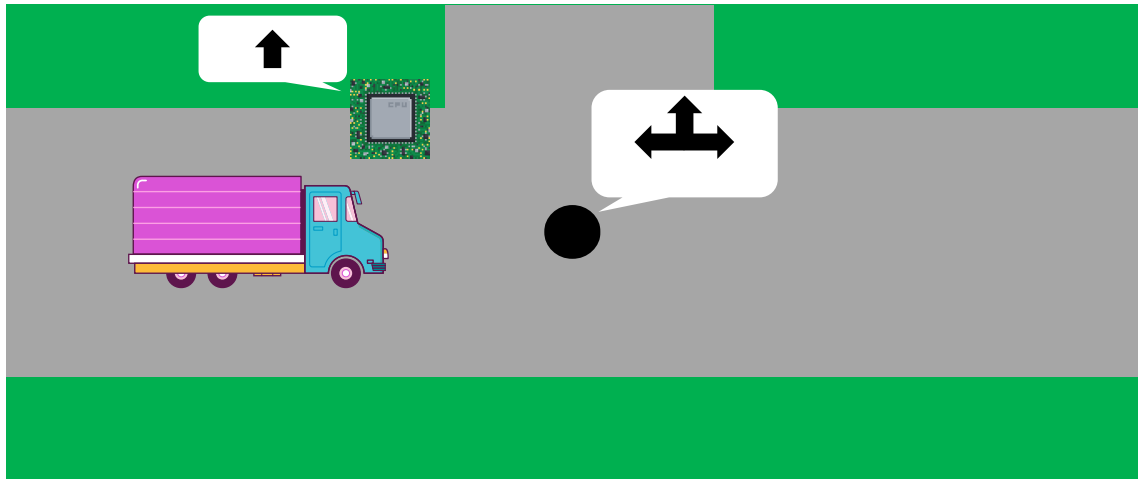
1.3 El entorno: Los cruces



CONSEJO
INTERNACIONAL DE MUSEOS
España

12

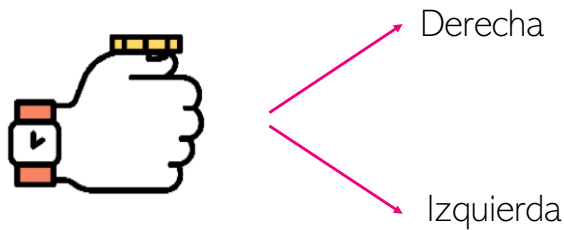
1.4 El comportamiento



COMISSIÓ
INTERNACIONAL DE MUSEUS
Espanya

13

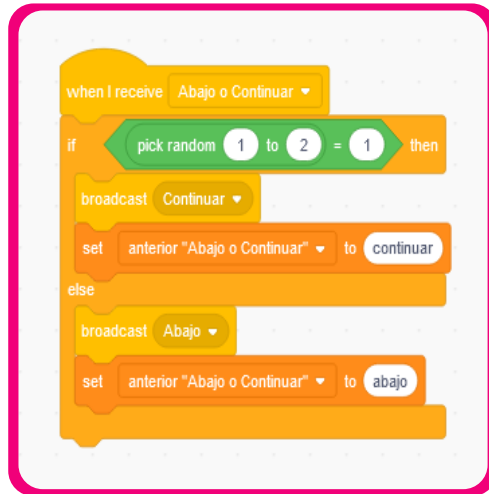
1.4 El comportamiento



COMISSIÓ
INTERNACIONAL DE MUSEUS
Espanya

14

1.4 El comportamiento



15

1.5 Ejercicio 1: Aleatorio sin repeticiones

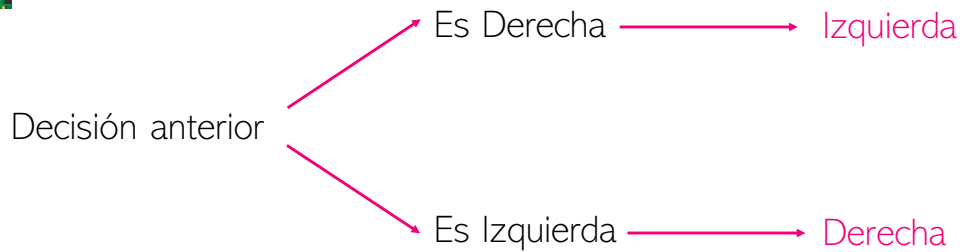
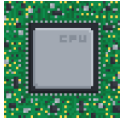
Queremos que el camión **no tome la misma decisión dos veces seguidas**.

¿Que debemos cambiar en el **chip** para que no repita la misma dirección?



16

1.5 Ejercicio 1: Aleatorio sin repeticiones



CONSEJO
INTERNACIONAL DE MUSEOS
España

17

1.7 ¿Tiene **sentido** una aproximación aleatoria?



CONSEJO
INTERNACIONAL DE MUSEOS
España

18

2. Segunda aproximación:

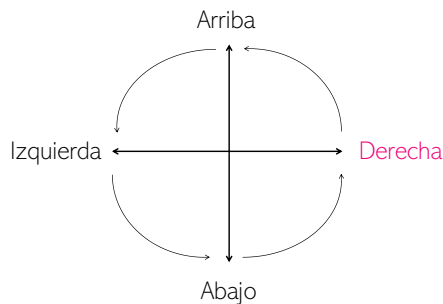
Heurística Derecha



19

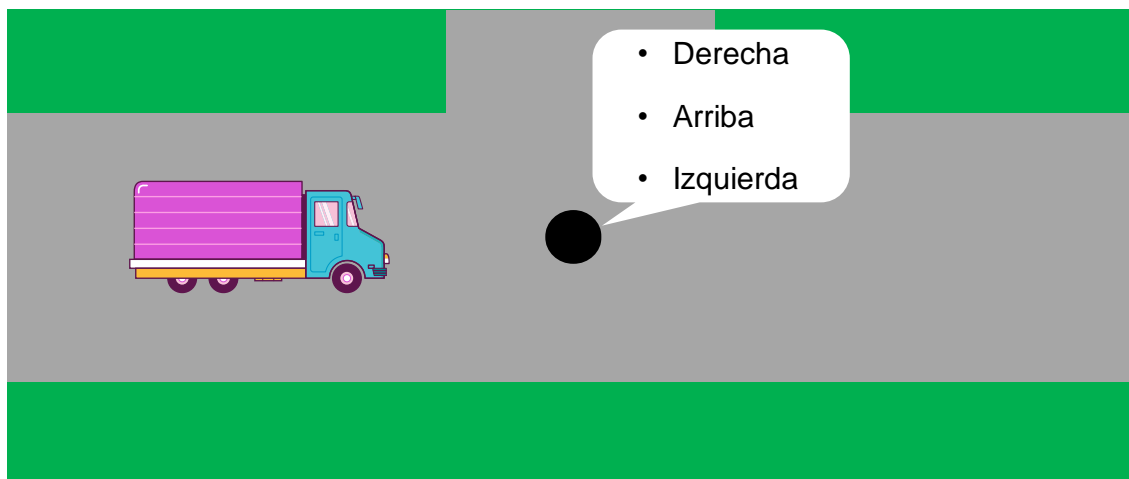
2.1 ¿Qué es una heurística?

Las **heurísticas** son un conjunto de técnicas, métodos, principios, reglas y **estrategias** que nos facilitan la búsqueda de **soluciones** a un problema.



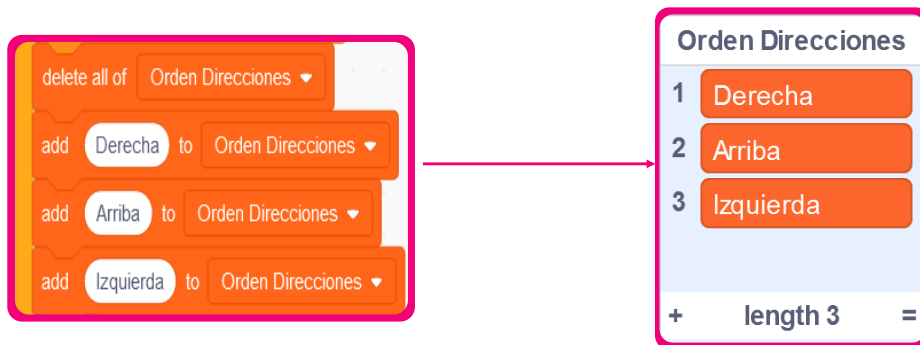
20

2.2 Cambios en los cruces: Orden Direcciones



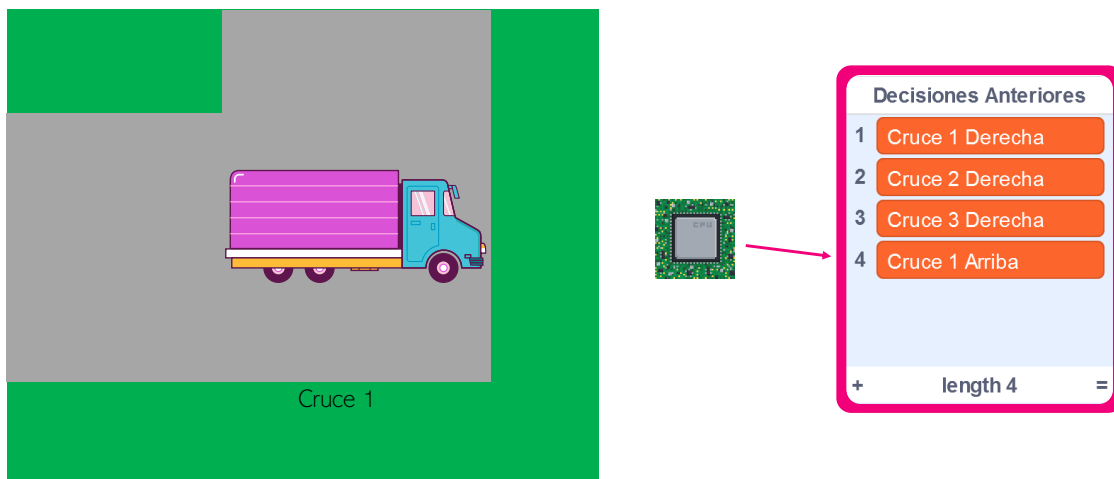
21

2.2 Cambios en los cruces: Orden Direcciones



22

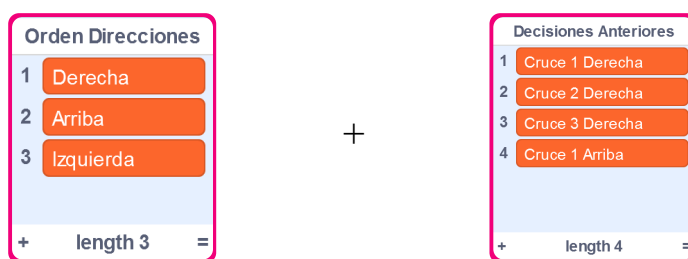
2.3 Cambios en el chip: Decisiones Anteriores



CONSEJO
NACIONAL DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS
ESPAÑA

23

2.4 Ejercicio 2: Heurística Derecha



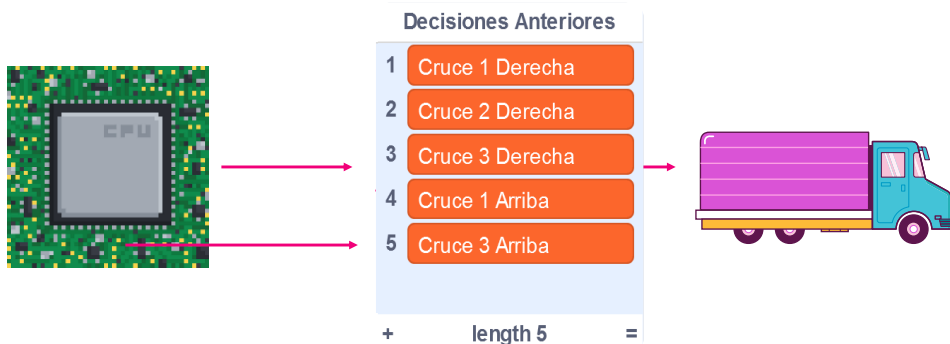
¿De que forma podemos utilizar esto para lo que necesitamos?



CONSEJO
NACIONAL DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS
ESPAÑA

24

2.4 Ejercicio 2: Heurística Derecha



25

2.5 Solución propuesta

```

when I receive ¿Dónde voy?
wait until not cruce actual = 0
set i to 1
repeat until i > length of Orden Direcciones
  if Decisiones Anteriores contains join cruce actual join item i of Orden Direcciones then
    set i to i + 1
  if i > length of Orden Direcciones then
    reset direcciones cruce actual
  else
    add join cruce actual join item i of Orden Direcciones to Decisiones Anteriores
    broadcast item i of Orden Direcciones
stop this script
  
```

```

define reset direcciones Cruce
set j to 1
repeat until j > length of Decisiones Anteriores
  if item j of Decisiones Anteriores contains Cruce? then
    delete j of Decisiones Anteriores
  else
    set j to j + 1
add join cruce actual join item 1 of Orden Direcciones to Decisiones Anteriores
  
```



26

2.6 ¿Qué tenemos?

Un **camión** que realiza **acciones** siguiendo un **comportamiento**.



¿Cuál es el siguiente paso?

¿Es un modelo viable?



27

3. Tercera aproximación:

Descarga

28

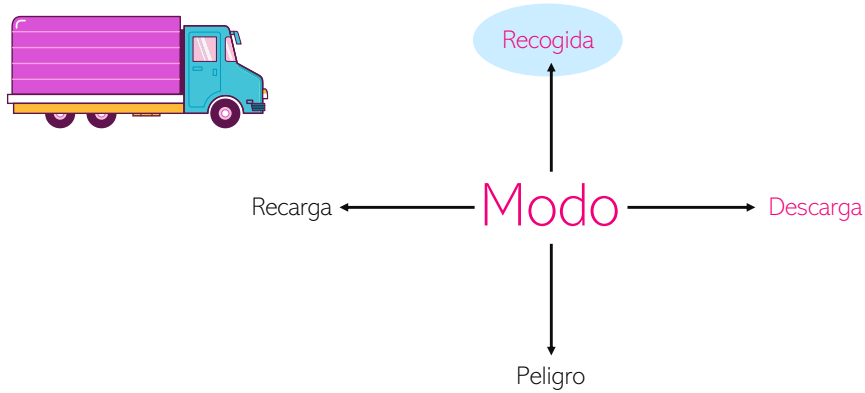
3.1 Nuevo factor: capacidad



3.2 Cambios en los residuos

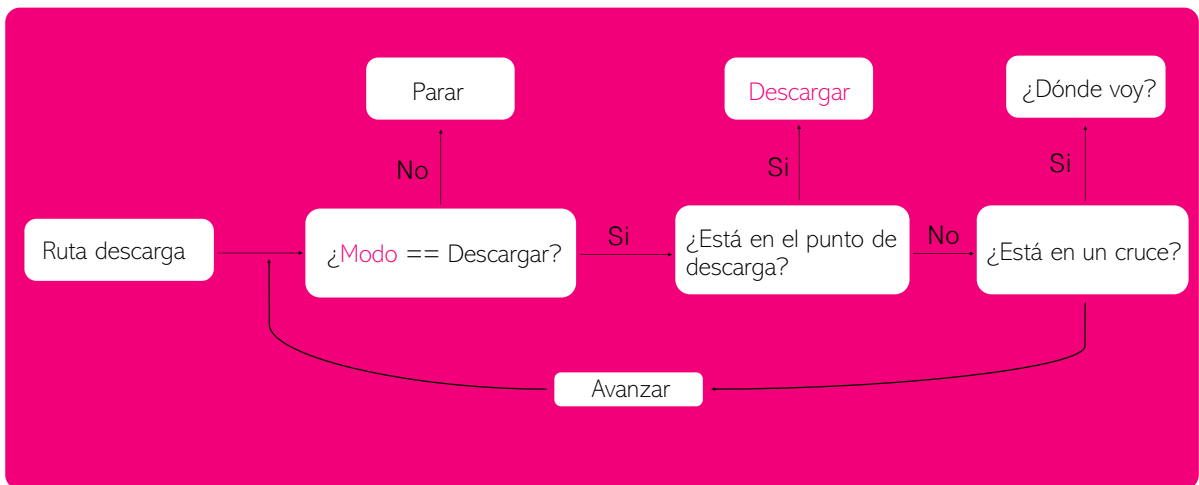


3.3 Cambios en el camión



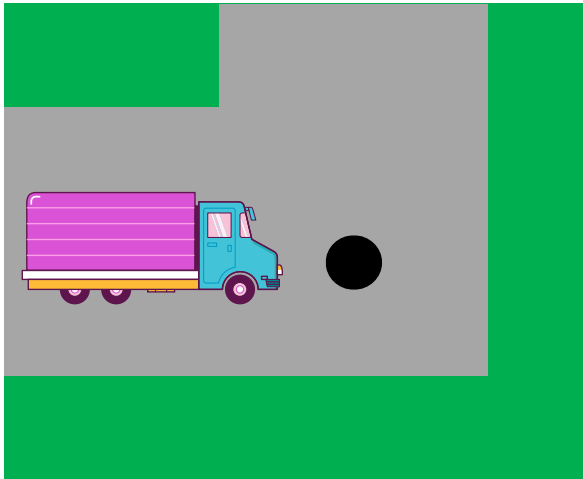
31

3.4 Cambios en el camión: Ruta descarga



32

3.5 Nuevo funcionamiento del chip



Modo = Descarga



Decidir por heurística

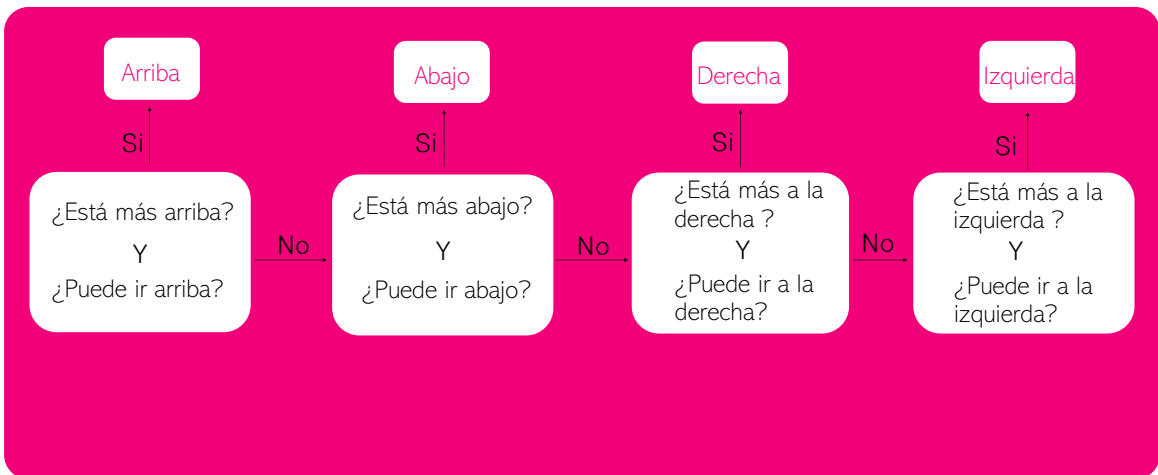
Decidir por proximidad



CONSEJO
INTERNACIONAL DE MUSEOS
España

33

3.5 Nuevo funcionamiento del chip: Decidir por proximidad



CONSEJO
INTERNACIONAL DE MUSEOS
España

34

3.7 Ejercicio 3: Descarga con 2 puntos

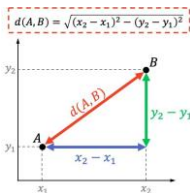
¿Cómo añadimos otro punto de descarga?

¿El código que tenemos nos sirve?



35

3.7 Ejercicio 3: Descarga con 2 puntos



Comparar distancias \longrightarrow Decidir por proximidad



36

4. Cuarta aproximación:

Obstáculos



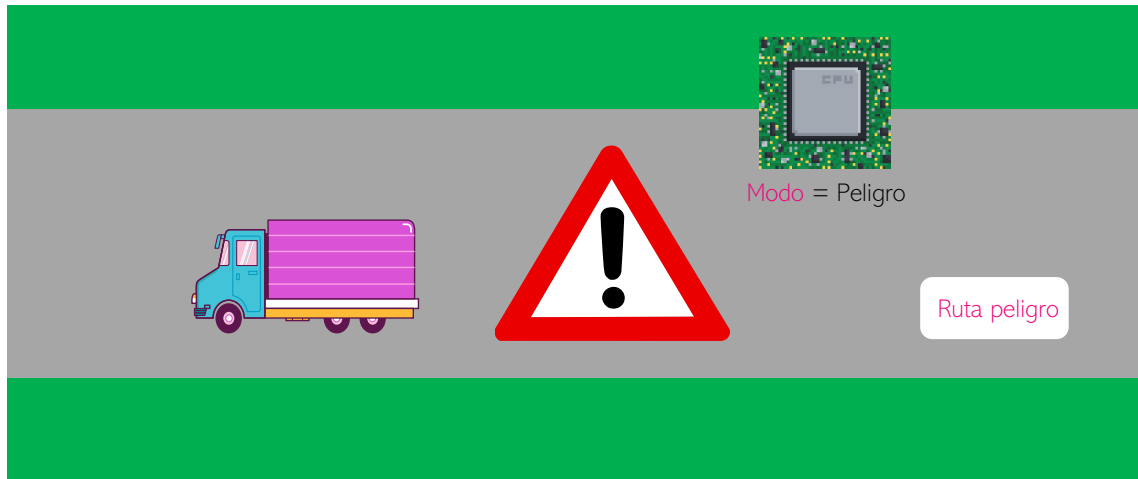
37

4.1 Nuevo factor: Obstáculos



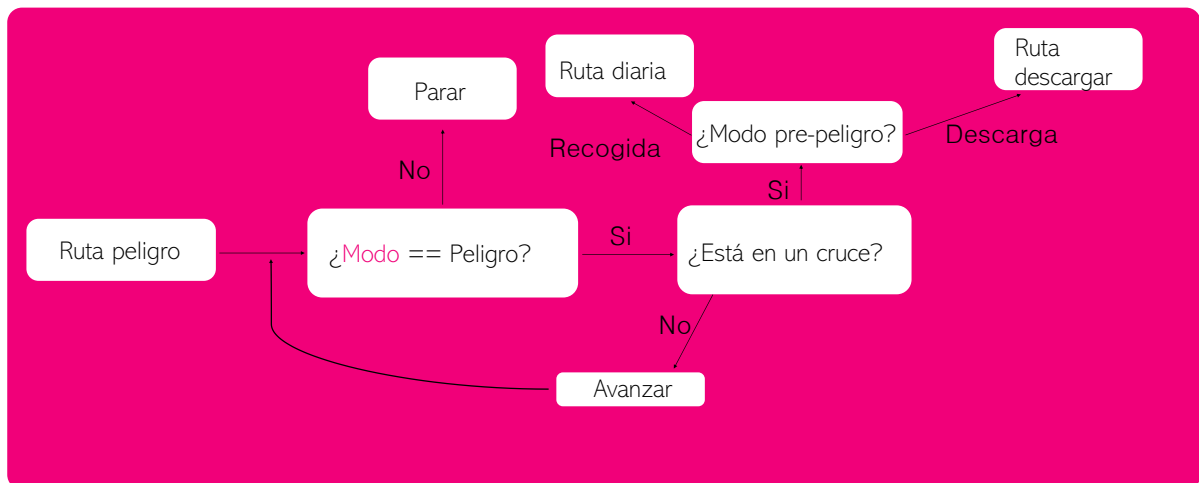
38

4.2 Gestión del peligro



39

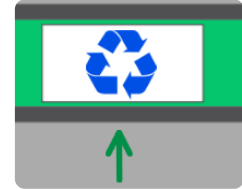
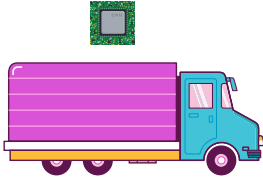
4.3 Cambios en el camión: Ruta peligro



40

4.5 Recapitulamos

¿Es esto, **inteligencia**?



41

5. Quinta aproximación:

GPS



42

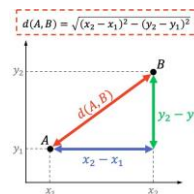
5.1 GPS



43

5.2 Ejercicio 4: GPS

- Determinar el **Punto de recogida más cercano**
- Decidir por proximidad
- Al **recoger** el residuo, borrar el punto de recogida



¿Podemos **reutilizar** código?



44

5.3 Ejercicio 4: GPS Solución Propuesta

```
define Decidir por punto recogida cercano
wait until not coordenadas Camion X = 0
set i to 3
set j to 1
set distancia Punto Recogida to sqrt of abs of Item 1 of Puntos recogida
repeat until i > length of Puntos recogida
set distancia Punto Recogida 2 to sqrt of abs of Item i of Puntos recogida
if distancia Punto Recogida 2 < distancia Punto Recogida then
set j to i
set distancia Punto Recogida to distancia Punto Recogida 2
set i to i + 2
Decidir por proximidad Item j of Puntos recogida Item j + 1 of Puntos recogida
```

5.3 Ejercicio 4: GPS Solución Propuesta

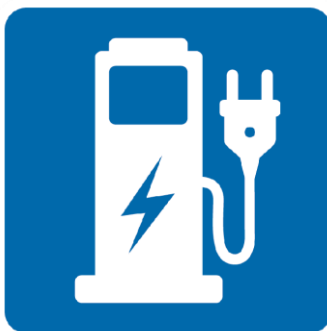
```
when I receive Recogida
wait until not coordenadas Punto Completado = 1
set i to 1
repeat until i > length of Puntos recogida
if coordenadas Punto Completado contains join Item i of Puntos recogida join Item i + 1 of Puntos recogida then
delete i of Puntos recogida
delete i of Puntos recogida
set i to 1 + length of Puntos recogida
set i to 1 + 1
set coordenadas Punto Completado to 0
broadcast Ruta diaria
```

6. Reto: Recarga



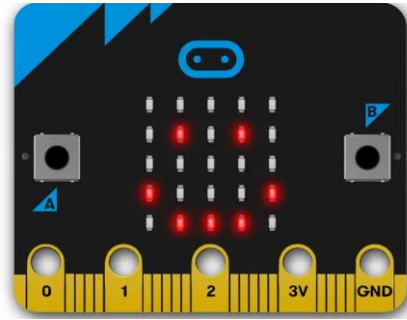
47

6.1 Nuevo factor: Batería



48

micro:bit



micro:bit

```
when I receive abajo  
wait 0.15 seconds  
point in direction 180  
when I receive arriba  
wait 0.15 seconds  
point in direction 0  
when I receive derecha  
wait 0.15 seconds  
point in direction 90  
when I receive izquierda  
wait 0.15 seconds  
point in direction -90
```



```
función izquierda  
Motor izquierdo sentido avanzar velocidad 50  
Parar motor derecho  
establecer limite para 0  
función derecha  
Motor derecho sentido avanzar velocidad 50  
Parar motor izquierdo  
establecer limite para 0  
función avanzar  
Motor derecho sentido avanzar velocidad 50  
Motor izquierdo sentido avanzar velocidad 50
```



```
función ruta diaria
  mientras modo == "recogida"
  ejecutar
  si leer señalina izquierdo == 0
  llamada avanzar
  si no, si leer señalina izquierdo == 1
  cambiar limite por 1
  si no, si leer señalina izquierdo == 1
  llamada izquierda
  si no, si leer señalina izquierdo == 0
  llamada derecha
  si limite > 500 entonces
  llamada ¿dónde voy?

función ¿dónde voy?
  Parar motor ambos
  establecer modo para "escoger"
  Motor ambos sentido retroceder velocidad 255
  pausa (ms) 100
  Parar motor ambos
  si escoge al azar verdadero o falso entonces
  Motor izquierdo sentido avanzar velocidad 255
  si no
  Motor derecho sentido avanzar velocidad 255
  pausa (ms) 500
  Parar motor ambos
  establecer modo para "recogida"
  llamada ruta diaria
```

