

Capítulo 1

Introducción

En este capítulo se introducen las aplicaciones de la robótica para el ambiente educativo y las motivaciones que han llevado al desarrollo del Trabajo de Fin de Grado (TFG). Este TFG se ha desarrollado dentro de la plataforma Kibotics para tratar de mejorar la integración sobre robots reales.

1.1. Robótica

La robótica es la ciencia que estudia el diseño y la construcción de máquinas que permiten realizar y facilitar tareas desempeñadas por el ser humano (Quiroga, 2018). Actualmente, puede considerarse una de las áreas de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) con más auge.

No existe una definición única universal para la palabra “robot”. Por ejemplo, la Real Academia Española (RAE) determina que es una “maquina o ingenio electrónico programable, capaz de manipular objetos y realizar operaciones antes reservadas solo a las personas” (RAE, 2020). También se define como un “sistema compuesto por mecanismos que le permiten hacer movimientos y realizar tareas específicas, programables y eventualmente inteligentes, valiéndose de conceptos de otras áreas del conocimiento” (Salamanca, Barrera y Pérez, 2010).

Un robot se compone, principalmente, de las siguientes partes (Figura 1.1):

- *Esqueleto*. Encargado de soportar los componentes que forman al robot.
- *Controladora*. Encargada de procesar los datos obtenidos de los sensores, tomar decisiones y enviar las órdenes a los actuadores.
- *Sensores o receptores*. Miden magnitudes físicas y las transforman a magnitudes eléctricas. Existen dos tipos, por un lado, están los encargados del entorno que les rodea y, por otro, los del estado interno. Ejemplos de sensores son los infrarrojos, de proximidad, ultrasonido, etc.
- *Actuadores*. Encargados del movimiento del robot mediante las órdenes recibidas de la controladora.

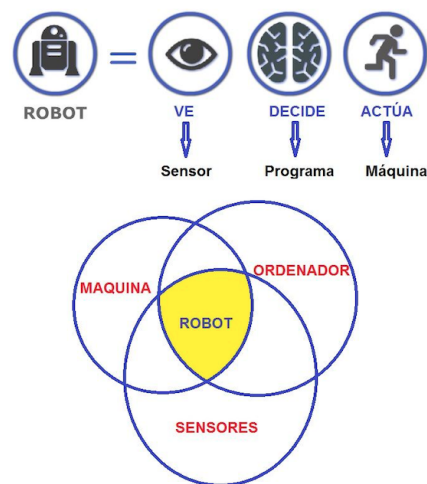


Figura 1.1: Cocepto de Robot

Los robots se solían clasificar en dos tipos. Por un lado, están los robots industriales utilizados en el entorno de la fabricación industrial que, generalmente, suelen ser articulaciones o brazos robóticos que desarrollan actividades específicas (soldar, pintar, manipular materiales...). Por otro lado, encontramos los robots de servicio, dedicados a trabajos en el sector servicios o en el ámbito doméstico ("Tipos de robots", s.f.). Sin embargo, debido a la gran evolución y desarrollo que ha experimentado la robótica, es necesario realizar una división más concreta:

- Robots Domésticos: dedicados a las tareas del hogar. Entre ellos destacan robots utilizados como aspiradoras (p. ej. Roomba de iRobot), limpiadores de piscinas...
- Robots Médicos: destinados al uso en medicina para desarrollar tareas durante las cirugías o para el levantamiento de personas.
- Robots Militares: orientados a ser utilizados en tareas militares, como la desactivación de bombas, búsqueda y rescate de personas...
- Robots Humanoides: se caracterizan por presentar un aspecto parecido y realizar tareas propias de un ser humano, llegando a ser capaces de mostrar emociones.
- Robots Educativos: destinados al aprendizaje de la robótica.
- Robots Espaciales: encargados de realizar tareas en el espacio, como podría ser vehículos que recorren un planeta o los utilizados en la Estación Espacial Internacional.

Existen otros criterios para clasificar a los robots. Uno de ellos es en función del entorno de trabajo para el que están destinados. De esta manera, podemos encontrar los robots estacionarios que están fijos en un lugar (p. ej. brazos robóticos usados en industrias), los robots de suelo (p. ej. robot "Curiosity"), los robots submarinos (p. ej. "Nereus") y los robots aéreos (p. ej. drones). También se pueden catalogar según su autonomía, donde destacan los tele-operadores (controlados a distancia por un humano), los semi-automáticos (tienen cierta autonomía, pero siguen siendo

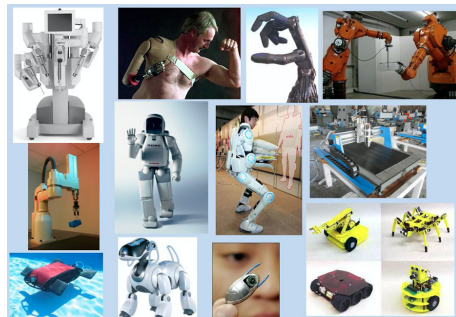


Figura 1.2: Tipos de robots

manejados por un humano) y los automáticos (no necesitan a un ser humano porque son capaces de tomar sus propias decisiones, algo en lo que se está centrando la empresa “Tesla” al querer sacar vehículos completamente autónomos) («Tipos de robots», s.f.). En definitiva, existe un gran número de robots que nos ayudan con multitud de tareas y que suponen un gran beneficio para las personas (Salamanca, Barrera y Pérez, 2010) (Figura 1.2).

También están tomando gran importancia los robots simulados. Son robots virtuales que emulan el comportamiento de un robot real, permitiendo al usuario interactuar con él como si fuera uno real. Esto se fundamenta en la idea de Robert E. Shannon de simulación como “un proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias para el funcionamiento del sistema” (Shannon, 1998). Al trabajar con ellos, no se necesita su presencia física, se crea una interacción más segura y se puede experimentar con situaciones más complejas o con las que no se posee información.

Existen algunas aplicaciones recientes de la robótica que demuestran la necesidad de profundizar en el estudio de esta tecnología. Entre ellas destaca el sistema robótico DaVinci (Figura 1.3), uno de los sistemas quirúrgicos más avanzados del mundo. Fue diseñado por la empresa norteamericana *Intuitive Surgical* y su objetivo es ofrecer una opción mínimamente invasiva en procedimientos de mayor complejidad quirúrgica. DaVinci, se compone de una consola, brazos robóticos y un sistema de visualización. Desde la consola, el cirujano tiene una imagen tridimensional del cuerpo y puede controlar a los brazos robóticos que realizarán la operación (Morente, 2017).

Otra aplicación importante es la Misión Mars 2020. Se trata de una misión de la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) que pretende llevar a Marte un pequeño helicóptero autónomo llamado “Ingenuity”, el cual sobrevolará la superficie del planeta, así como un nuevo robot explorador denominado “Perseverance” (Figura 1.4). Este último ha sido fabricado por el Laboratorio de Propulsión a Reacción de la NASA, y es sucesor del “Curiosity”. Este robot cuenta con el primer micrófono que permitirá captar sonido y recogerá muestras del planeta que serán devueltas a la Tierra. La misión fue lanzada en julio de 2020 y su llegada a Marte está prevista para febrero de 2021 (Pastor, 2020).



Figura 1.3: Sistema robótico DaVinci

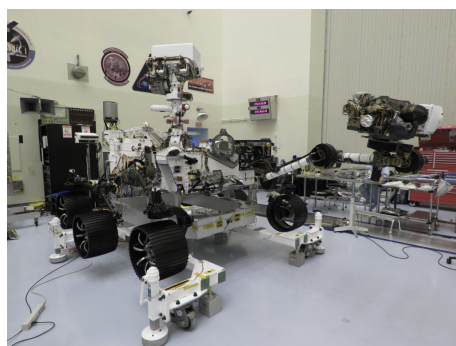


Figura 1.4: Robot Perseverance

1.2. Robótica educativa

Desde los años sesenta aumentó el interés por introducir la robótica también en el ámbito educativo, creando así el campo de la “Robótica educativa” o “Robótica pedagógica”. Se define como una disciplina que permite concebir, diseñar y desarrollar robots para que las personas se puedan iniciar pronto en el mundo de la ciencia y la tecnología (Ruiz-Velasco, García y Rosas, 2007). Al combinar diferentes áreas del conocimiento, se ha convertido en una herramienta novedosa que puede utilizarse en las primeras etapas de la educación de los niños y niñas ayudando a potenciar su desarrollo integral (Quiroga, 2018) y que, además, permite que los estudiantes adquieran otras competencias, como la socialización, la creatividad, la iniciativa y el pensamiento lógico (Bravo y Forero, 2012).

Los orígenes de la robótica educativa se remontan al siglo XX con la teoría constructivista de Jean Piaget, la cual indica que el conocimiento se construye activamente en la mente del estudiante. Esto coincide con la pedagogía del construccionismo de Seymour Papert donde, además, se afirma que lo que construye el individuo debe ser tangible y con un significado personal para él. Algunos desarrollos de la robótica educativa se basan en esta última teoría (González y Jiménez, 2009).

La robótica educativa, por tanto, se considera una herramienta paralela a las asignaturas tra-

dicionales, haciéndolas más atractivas e integradoras para los estudiantes (Quiroga, 2018), pues ayuda a los alumnos a construir conceptos y a hacer una interpretación personal de la realidad (Salamanca, Barrera y Pérez, 2010).

Una de las metodologías para llevar a cabo un proceso de enseñanza-aprendizaje de robótica es la de las cuatro palabras de Báez *et al.* (2011), representadas en la Figura 1.5. La primera de ellas es “imaginar”, los estudiantes piensan y debaten sobre dispositivos que pueden ser útiles para resolver un problema o facilitar un trabajo, lo que favorece al pensamiento creativo. A continuación, encontramos la palabra “diseñar”, que les permite crear el artefacto que han imaginado consiguiendo una conexión entre el mundo físico y la imaginación. La tercera es “construir”, que se basa en el montaje de los dispositivos que han diseñado los miembros del grupo de trabajo, por lo que favorece la cooperación y el trabajo manual. La última palabra del proceso es “programar” o dotar de inteligencia a los dispositivos montados a través de un ordenador, mejorando el pensamiento lógico, la autopercepción y el análisis espacial.

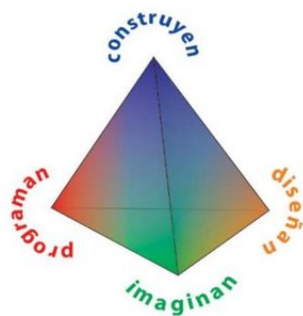


Figura 1.5: Las cuatro palabras de la Robótica educativa (Báez *et al.*, 2011).

En la última década, la robótica ha adquirido mucha importancia en un gran número de países (Quiroga, 2018), y cada vez genera mas interés implantarla en las aulas (Salamanca, Barrera y Pérez, 2010). Esto se debe a que aporta muchos beneficios en el proceso de enseñanza-aprendizaje de asignaturas difíciles (Moreno *et al.*, 2012) y permite alcanzar un mejor desarrollo en materias de ciencias, tecnología o matemáticas. Por ello, la robótica puede considerarse una enseñanza STEM (acrónimo de *Science, Technology, Engineering and Mathematics*) (Figura 1.6), un término acuñado en lo años 90 por la NSF (*National Science Foundation*) que sirve para designar aquellos ámbitos que permiten formase en esas cuatro áreas de conocimiento.

Otro aspecto importante es que, debido a las crecientes aplicaciones robotizadas en las empresas, se necesita incluir más profesionales formados en este sector. Por ello, si se empieza a enseñar desde edades tempranas se obtendrá una mejor formación en este ámbito (Hernández, 2019). Esta era una de las intenciones del Decreto 89/2014 del 24 de julio, que añade en el currículo de la Educación Primaria de la Comunidad de Madrid la asignatura “Tecnología y recursos digitales para la mejora del aprendizaje”, cuyos contenidos incluyen los fundamentos de la programación y la programación de juegos sencillos. Además, el Decreto 48/2015 del 14 de mayo, también añadió

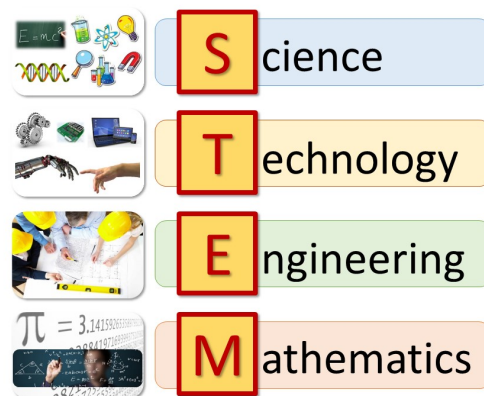


Figura 1.6: Enseñanza STEM

la asignatura “Tecnología, Programación y Robótica” en el currículo de la Educación Secundaria de la Comunidad de Madrid, con materias sobre la programación y el pensamiento computacional, la robótica y su relación con el mundo real, diseño e impresión 3D, Internet y su uso responsable y desarrollo del aprendizaje basado en proyectos (Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado, 2018).

También ha sido de gran ayuda la creación de lenguajes de programación orientados a alumnos de menor edad, así como la aparición de empresas orientadas a distribuir kits de robótica para STEM. En el primer caso, destaca el lenguaje **Scratch** (Figura 1.7), diseñado por el MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) y que consiste en un lenguaje de programación visual y basado en bloques que permite desarrollar la creatividad y el pensamiento lógico de una manera sencilla (Penalva, 2019).



Figura 1.7: Lenguaje de programación Scratch

Respecto a los kits de robótica existentes en el mercado, algunos de los más populares son (Figura 1.8):

- **Mbot.** Diseñado por la empresa MackeBlock y basado en Arduino Uno.
- **Mindstorms Education EV3.** Fabricado por LEGO. Permite diseñar diferentes robots gracias a las piezas de LEGO. Dispone de una pequeña computadora programable llamada EV3.

- **VEX Robotics.** Se trata de un proveedor de productos de robótica educativa que diseña kits para estudiantes de diferentes edades. Sus kits están basados en piezas, con las que el alumno podrá diseñar un gran número de robots. Incluye tres tipos de kits: el *VEX IQ*, orientado para estudiantes de primaria y secundaria al tener piezas de plástico y no necesitar herramientas para su montaje, el *VEX EDR*, orientado para alumnos más mayores y que utiliza piezas metálicas para la construcción de los robots y el *VEX PRO*, orientado a profesionales de la robótica.
- **Root Robot.** Diseñado por iRobot Educational. Su objetivo es mejorar la enseñanza en temas relacionados con la codificación, creatividad y resolución de problemas.

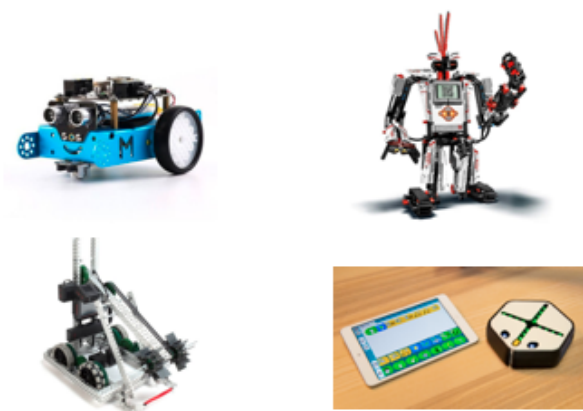


Figura 1.8: Mbot (esquina superior izquierda), Mindstorms EV3 (esquina superior derecha), ejemplo de robot construido con VEX (esquina inferior izquierda) y Root Robot (esquina inferior derecha)

Existen aplicaciones y entornos web de programación robótica que facilitan la creación de programas para los robots, como pueden ser MBlock (desarrollada por la empresa MakeBlock y basada en Scratch 3), Bitbloq (creada por la empresa BQ, que utiliza bloques para realizar los programas y es compatible con la placa *Arduino*), Open Roberta Lab (entorno de programación web diseñado por Google, que permite programar algunos de los robots más famosos como el EV3 y también robots simulados) o Kibotics.

Por último, se han creado competiciones que permiten que los alumnos se diviertan diseñando y programando sus robots. Algunas de ellas son:

- *First LEGO League:* realizada desde el 2006 por la Fundación Scientia. Reúne a centros escolares y los alumnos deben solucionar un problema planteado que cambian en cada edición.
- *RoboCup Junior:* una de las más famosas. Sus tres modalidades se basan en un 2 contra 2 de fútbol robótico, robots de rescate y diseño de una coreografía de robots bailarines.
- *Robocampeones:* dedicada para alumnos de secundaria y bachillerato. Entre sus modalidades destaca la competición de sumo robótico.

1.3. Kibotics

Kibotics¹, es un entorno web desarrollado por la Asociación JdeRobot² para la docencia de robótica, programación y áreas STEM. Fue ideada para ayudar a los alumnos a iniciarse en el mundo de la robótica y la programación de forma sencilla y práctica.

Es una plataforma con un gran potencial debido a sus características. Es multirobot, dentro de ella podemos encontrar distintos ejercicios tanto de robots simulados (p. ej. un Fórmula Uno) como de robots reales (p. ej. PiBot, figura 1.9). Posee una evaluación automática sobre los ejercicios y correcciones de estilo. También incluye ejercicios orientados a la visión artificial utilizando las cámaras de los robots.

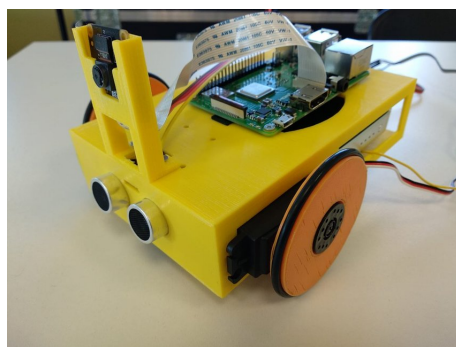


Figura 1.9: Robot PiBot

En cuanto a los lenguajes reconocidos por esta plataforma, encontramos **Blockly** y **Python**. El primero de ellos fue desarrollado por Google y es muy similar a **Scratch**. Está orientado para alumnos de menor edad por ser un lenguaje de programación visual basado en una interfaz de bloques que se pueden encajar como si fuera un puzzle. Su uso en colegios e institutos es cada vez mayor, ya que está diseñado para que la iniciación al mundo de la programación sea sencilla, divertida y creativa (Figura 1.10).

Python, por su parte, está enfocado para alumnos mayores. Constituye uno de los lenguajes de programación con más popularidad en la actualidad según el Índice de Popularidad de Lenguajes de Programación³. Gracias a la sencillez de su sintaxis, es muy utilizado para iniciarse en la programación.

¹<https://kibotics.org/>

²<https://jderobot.github.io/>

³<http://pypl.github.io/PYPL.html>

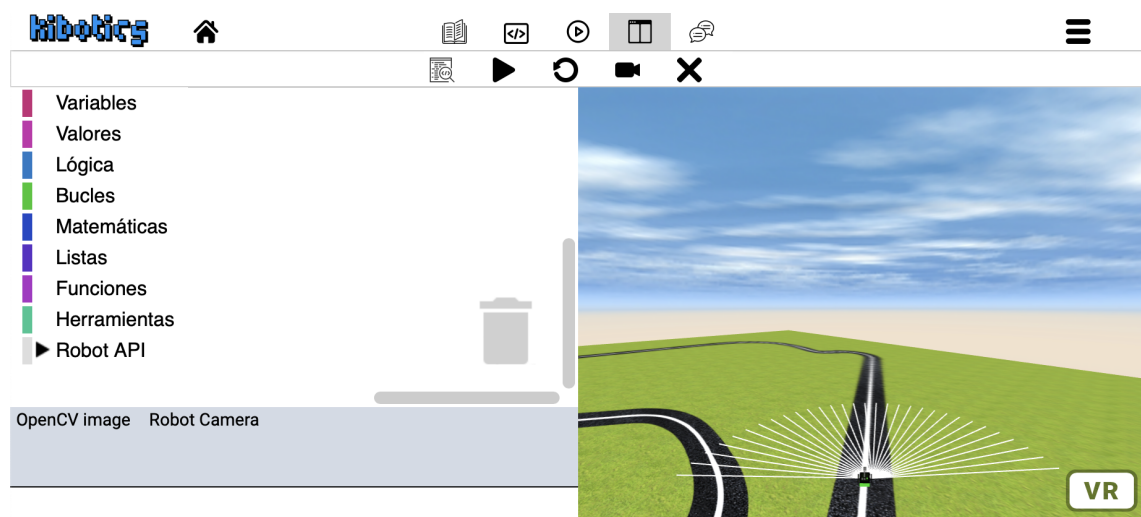


Figura 1.10: Ejercicio con Blockly en Kibotics

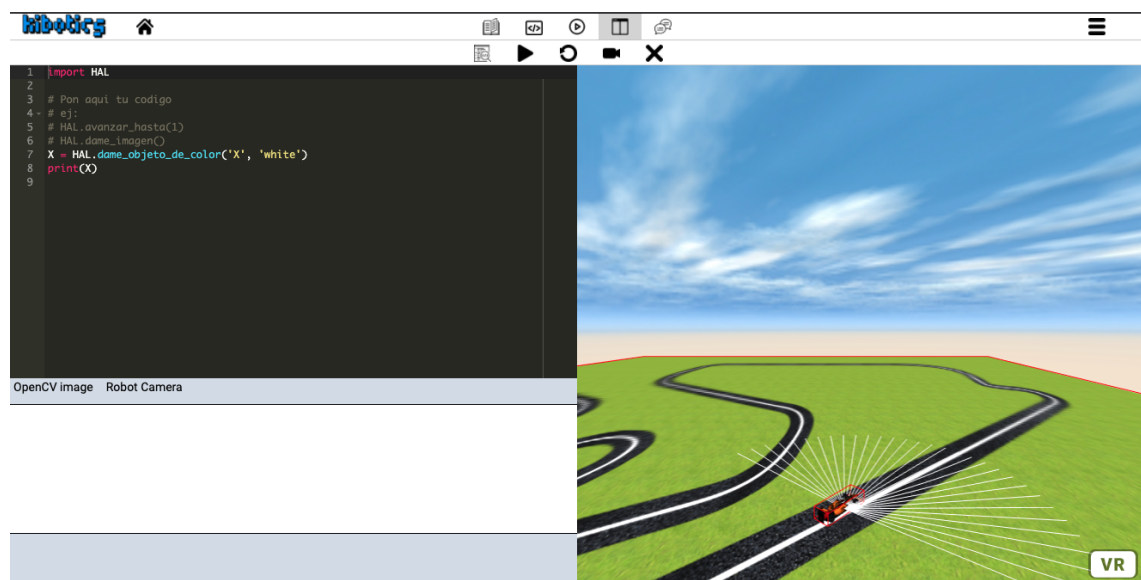


Figura 1.11: Ejercicio con Python en Kibotics