

## Experiencias

### Taller de robótica para alumnos con discapacidad visual de Educación Infantil y Primaria

#### *Robotics workshop for pre- and primary school visually impaired students*

F. López Montellano, A. G. Molina Riazuelo, C. Mallo Robles<sup>1</sup>

---

#### Resumen

Este trabajo refleja la experiencia en «Robótica» realizada, en talleres al efecto, durante el curso escolar 2016/2017 en el Aula Tecnológica de Educación Infantil del Centro de Recursos Educativos de la ONCE en Madrid, con alumnado con discapacidad visual escolarizado en el último curso de Educación Infantil y los primeros cursos de Enseñanza Primaria. En este caso, la robótica educativa se utiliza como un recurso metodológico de aplicación interdisciplinar para la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje, aprovechando la necesidad que tienen los niños con ceguera de experimentar mediante el análisis y la búsqueda de soluciones (algoritmos) utilizando como herramientas la robótica y el pensamiento computacional, aplicado a tareas que se están desarrollando ya en su entorno escolar.

#### Palabras clave

Discapacidad visual. Pensamiento computacional. Algoritmos. Programación. Juego. Robótica. Educación Inclusiva.

---

<sup>1</sup> **Francisco López Montellano** ([flmo@once.es](mailto:flmo@once.es)) y **Ana Gloria Molina Riazuelo** ([agmr@once.es](mailto:agmr@once.es)), maestros, Atención Temprana. **Carlos Mallo Robles** ([cmro@once.es](mailto:cmro@once.es)), profesor, Especialista en Tecnología y Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). Miembros del Grupo Accedo. Centro de Recursos Educativos de la ONCE en Madrid. Avda. del Dr. García Tapia, 210; 28030 Madrid (España).

## Abstract

This paper reports on an experience with robotics workshops delivered during the 2016/2017 school year at the ONCE educational resource centre's technology education classroom in Madrid. The participants were children in the last year of pre- and the first few years of primary school. Robotics education was delivered from an interdisciplinary approach to improve teaching and learning. The aim was to attend to visually disabled pupils' need to experiment with algorithms using robotics and computational thinking as tools for application to tasks now in place in the classroom environment.

## Key words

Visual disability. Computational thinking. Algorithms. Programming. Playing. Robotics. Inclusive education.

---

## Presentación y justificación

¿Por qué desarrollar actividades relacionadas con la robótica dirigidas a alumnos con ceguera o con deficiencia visual y por qué en edades tempranas?

Varias razones pueden servir de justificación para el desarrollo de la actividad. Entre otras:

- La importancia que la tecnología tiene en nuestra sociedad. En concreto, en su vertiente digital ligada a la información, que afecta hasta los aspectos más cotidianos de la vida de las personas. Aquí se establece un importante nexo en relación con el concepto de **accesibilidad**, en cuanto que cada individuo necesita que los diferentes recursos tecnológicos se ajusten a sus necesidades particulares.
- De manera que, si la evolución de la sociedad se dirige hacia el uso de la tecnología, se impone la inclusión en el currículo educativo de contenidos relacionados con la programación y la creación de herramientas tecnológicas (en este caso, los robots), tendencia ya iniciada desde hace algunos años. Los alumnos con discapacidad afrontan el reto del acercamiento a estos contenidos en régimen de **inclusión**.

---

LÓPEZ, F., MOLINA, A. G., y MALLO, C. (2018). Taller de robótica para alumnos con discapacidad visual de Educación Infantil y Primaria. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 73, 90-117.

- El paralelismo existente entre la manera de acceder a los aprendizajes que tienen los alumnos con ceguera —secuencial y ordenada, siguiendo un enfoque instructivo de análisis de tareas— con el lenguaje de programación (conjunto de secuencias, órdenes jerarquizadas, que definen procesos y acciones).

La singularidad de esta experiencia está en ofrecer a los niños con discapacidad visual un entorno acorde con su forma de interactuar con los objetos (sobre experiencias tangibles, perceptibles sensorialmente) y que respete su ritmo de aprendizaje, de manera que adquieran los recursos necesarios para incluirse plenamente en el desarrollo de estas actividades en su centro escolar junto a sus compañeros.

## ¿Qué aporta la robótica?

La robótica educativa se presenta como un recurso metodológico de aplicación interdisciplinar para la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Supone la introducción de un lenguaje, el **lenguaje de programación**, con entidad y lógica propias, con el que expresar pensamientos creativos y comunicarse: es el **pensamiento computacional**. Su introducción desde los primeros niveles de la enseñanza hará posible la adquisición, por parte de los alumnos, de las habilidades básicas para la participación activa en la sociedad del siglo XXI de forma inclusiva, tengan o no discapacidad visual.

No se trata de anteponer el manejo de unos materiales (el robot) a los procesos de orden cognitivo o relacional que conlleva su uso.

El pensamiento computacional o robótico no está enfocado a formar programadores. Se trata de comprender con mayor profundidad el entorno digital y aprender a expresarse en lenguajes propios de nuestro siglo.

En el entorno escolar, el fomento del pensamiento computacional se introduce a través de la robótica, porque conlleva todo un proceso de análisis y planificación de tareas que se materializa en la construcción de un robot controlado mediante un programa o un *software* con el que resolver un problema. Se trata, por tanto, de un proceso creativo, a través del cual se desarrolla el razonamiento lógico y el análisis de problemas, así como la creatividad mediante la elaboración de **algoritmos** y la interacción con los robots.

---

LÓPEZ, F., MOLINA, A. G., y MALLO, C. (2018). Taller de robótica para alumnos con discapacidad visual de Educación Infantil y Primaria. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 73, 90-117.

En definitiva, los alumnos aprenden —al principio por ensayo-error y, poco a poco, por asociación y procesamientos razonados— a programar sencillas tareas, anticipando los movimientos necesarios para conseguir que el robot, el juguete o la máquina realicen lo que ellos desean, tal y como lo necesitan.

Algunos aspectos que se fomentan son:

- La curiosidad y la creatividad, aprendiendo de manera natural y lúdica.
- El trabajo colaborativo y en equipo.
- La comunicación (compartir experiencias).
- La modelización y resolución de problemas.
- La experimentación y la aplicación de ideas nuevas y originales.
- Estimular el interés por las ciencias.
- La perseverancia ante los errores y la tolerancia ante la frustración.

## ¿Qué es el pensamiento computacional? Creación de algoritmos

La programación, el manipular un objeto para alcanzar un fin, es más que crear un juguete o una presentación interactiva. Lo importante de la programación subyace en el proceso de planificación organizada de una secuencia de acciones para alcanzar un fin: nuevamente nos referimos al **pensamiento computacional**.

La forma concreta, la «fórmula» resultante de este proceso de pensamiento que incluye análisis, abstracción, síntesis y valoración, y cuyo resultado permite alcanzar un fin, constituye un **algoritmo**.

Según la RAE, un algoritmo es un «conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema». El algoritmo se entiende, pues, como un conjunto de operaciones o procesos ordenados que llevan a la solución de un problema en un número determinado de pasos.

En este sentido, y concretando el objeto de esta experiencia, se debe incidir en que un algoritmo es algo que se hace, de manera consciente o inconsciente, a diario. Desde tareas simples a otras más complejas:

---

LÓPEZ, F., MOLINA, A. G., y MALLO, C. (2018). Taller de robótica para alumnos con discapacidad visual de Educación Infantil y Primaria. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 73, 90-117.

- Qué tengo que hacer para lavarme las manos.
- Una receta de cocina.
- Un juego de pistas.
- El manual de instrucciones para el montaje de un juguete.
- La presentación de un trabajo fin de curso...

Por otro lado, siempre que planteamos retos, problemas, en suma, conflictos cognitivos a los niños, estamos ofreciéndoles posibilidades para el desarrollo de un pensamiento creativo.

Además, al utilizar instrucciones para poner en movimiento un robot, se favorece el desarrollo de la percepción espacial, el orden de las acciones, la anticipación y la elaboración de hipótesis, cuyo desarrollo y consecución pueden ser comprobados experiencialmente a través de sus sentidos. Lo que, a su vez, afianza el aprendizaje, sobre todo en el caso de nuestros alumnos con discapacidad visual.

Los niños reflexionan, anticipan, ensayan y comprueban, aprendiendo por ensayo-error y reflexionando sobre sus observaciones. Comenzamos a secuenciar, paso a paso. Si un pequeño paso no da el resultado buscado, se rectifica y se vuelve a secuenciar, porque los errores son peldaños para alcanzar el objetivo y retroalimentan el aprendizaje por la vía experimental.

Por último, si las actividades se desarrollan en un pequeño grupo, podemos potenciar también el trabajo colaborativo.

## ¿Una materia o muchas?

Otro aspecto que es necesario señalar antes de pasar a describir concretamente la experiencia es el carácter interdisciplinar que tiene la programación.

Se programa para resolver diferentes situaciones en distintos entornos y, por ello, podrá aplicarse en las diferentes áreas del currículo, introduciendo actividades sobre los contenidos concretos y aplicando la metodología descrita: el pensamiento computacional.

Como se verá más detalladamente, en relación con el currículo específico de niños con discapacidad visual, el juego con robot se puede aplicar al aprendizaje del

braille, a la exploración y manipulación de materiales, a la orientación espacial y a la movilidad.

En definitiva, al introducir en las aulas el pensamiento computacional, expresado en lenguaje de programación, se introduce un método de resolución de tareas o problemas mediante una secuencia ordenada de pasos. Guiados por el docente, los niños reflexionan, anticipan, ensayan y comprueban, aprendiendo por ensayo-error y reflexionando sobre sus observaciones.

Esta es la base de la experiencia sobre robótica que aquí se muestra: proporcionar a los niños con ceguera un espacio singular que les permita experimentar a su ritmo a través del control tangible sobre los objetos, con materiales comunes en sus aulas, para que adquieran estilo de pensamiento computacional.

## Objetivos

Ofrecer a los niños con discapacidad visual un entorno accesible vinculado a la actividad propia de la robótica:

- Acorde con su forma de interaccionar con los objetos.
- Que respete su ritmo y modalidad de aprendizaje.
- Que favorezca la adquisición de los recursos necesarios para incluirse plenamente en el desarrollo de este tipo de actividades en su centro escolar junto a sus compañeros.

## Población destinataria de la experiencia

El objetivo de esta experiencia estaba en desarrollar una metodología para dar respuesta a la necesidad que tienen los niños con ceguera de experimentar mediante el análisis y la búsqueda de soluciones (algoritmos), utilizando como herramientas la robótica y el pensamiento computacional, aplicado este a tareas que se están desarrollando ya en su entorno escolar.

Se consideró más adecuado incorporar estas tareas a un entorno conocido por los niños y en grupos de referencia antes que generar espacios nuevos en los que los

niños deberían pasar por un nuevo proceso de reconocimiento de grupo: espacio, compañeros, materiales, etc.

Por su parte, también se consideró necesario el desarrollo de estas tareas en grupo, ya que, en la actualidad, no se concibe un proyecto gestionado de forma individual: todos aportan y todos aprenden. Estamos en la era del trabajo colaborativo y, en este sentido, es imprescindible que los niños participen de procesos aportando, escuchando y ocupando cada uno su espacio en el proceso de desarrollo.

Por todo ello, se concluyó en introducir la robótica en dos grupos ya consolidados:

**1.er Grupo:** *Taller TIC*. Este grupo está compuesto por tres niños con ceguera del primer curso de Enseñanza Primaria y un niño ciego del segundo curso de Enseñanza Primaria. La actividad se desarrolla de forma semanal, y el objetivo general es el conocimiento y la iniciación al manejo de la tecnología: tableta digitalizadora, línea braille, lector Leo, alfombra de baile, RFID y otros dispositivos.

**2.º Grupo:** *Combinada de braille*. Este grupo está compuesto por dos niñas ciegas del último curso de Educación Infantil. La actividad se desarrolla semanalmente, y el objetivo está en el reforzar el aprendizaje del braille a través de la tecnología.

## Temporalización y fechas de realización

La actividad se ha realizado a lo largo del curso escolar 2016-2017. Durante el primer trimestre, entre los meses de octubre y diciembre, se procedió a la revisión de documentación, materiales y experiencias realizadas con la robótica en los niveles de Educación Infantil y primeros cursos de Educación Primaria. Entre otras actuaciones, se programó una visita a la Escuela Infantil «El Nogal», en la localidad de Alpedrete (Madrid), donde se está desarrollando un proyecto educativo relacionado con este tipo de actividades. Además de poder compartir la actividad con los niños, se participó en una sesión de trabajo en la que se destacó la validez del juego con robots de cara al establecimiento de las bases de un pensamiento global, constructivo, secuenciado y resolutivo como lo es el pensamiento computacional.

---

LÓPEZ, F., MOLINA, A. G., y MALLO, C. (2018). Taller de robótica para alumnos con discapacidad visual de Educación Infantil y Primaria. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 73, 90-117.

Durante el segundo trimestre, de enero a marzo, se inició el desarrollo de la parte práctica de la experiencia, esto es, la realización de las actividades planificadas para cada uno de los grupos de niños, así como la valoración de las mismas.

Visto el grado de motivación de los niños, se decide continuar con el desarrollo de la experiencia a lo largo del tercer trimestre.

## Cronograma

### 1.º Trimestre

- Análisis de la documentación.
- Intercambio de experiencias.
- Decisión sobre los materiales.
- Planificación de actividades.

### 2.º Trimestre

- Diseño de actividades.
- Aplicación y desarrollo de las actividades.
- Desarrollo de materiales.
- Valoración de la experiencia.

### 3.º Trimestre

- Continuación de la experiencia.
- Elaboración de conclusiones.

## Metodología

### 1. Selección de materiales

Para poder llevar a cabo la tarea, se realizó una revisión de los distintos materiales que hay en el mercado y de aquellos más comunes en las aulas. De este análisis se concluyó en seleccionar dos materiales.

---

LÓPEZ, F., MOLINA, A. G., y MALLO, C. (2018). Taller de robótica para alumnos con discapacidad visual de Educación Infantil y Primaria. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 73, 90-117.



## Bee-Bot, el robot abeja

Es un sencillito y robusto robot, ideal para ser manejado por niños pequeños. Con él se pueden trabajar conceptos de *izquierda, derecha, adelante, atrás, un, dos, tres...*, esto es, lenguaje direccional, giros, lateralidad y otros conceptos espaciales básicos (v. Figura 1).

Figura 1. Robot Bee-Bot



La abeja Bee-Bot es un fantástico recurso para actividades interdisciplinarias, y con ella, es posible el aprendizaje significativo basado en el juego!

Bee-Bot no precisa ningún tipo de adaptación táctil para ser utilizada por los niños con ceguera, ya que la botonera que la controla está perfectamente estructurada.

Haciendo un símil con el teclado del ordenador, Bee-Bot tiene cuatro botones de forma ovalada situados como las flechas del teclado que controlan el avance (flecha arriba), el retroceso (flecha abajo), el giro a la derecha (flecha derecha) y el giro a la izquierda (flecha izquierda). Estos botones tienen en relieve la forma y dirección de las flechas (v. Figura 2).

En el centro de estos botones se encuentra el botón que ejecuta las órdenes, redondo y con un signo diferencial en relieve.

Por último, tiene dos botones más de forma rectangular. El primero, situado abajo y a la izquierda, tiene una X en relieve, y sirve para borrar las órdenes grabadas

anteriormente cuando se desea introducir otras nuevas. El segundo, situado abajo y a la derecha y con dos líneas verticales en relieve, sirve para introducir pausas en el desplazamiento.

Figura 2. Botones del robot Bee-Bot



## Codi-oruga

La Codi-oruga es un juguete compuesto por el cuerpo de la oruga, que es el que tracciona del juguete, y por piezas que se le conectan fácilmente unas a continuación de las otras (v. Figura 3). Cada una de estas piezas da una orden a la Codi-oruga para que se mueva según se precise. La cabeza es sensible al tacto, emitiendo luces y sonidos atractivos para los niños. En el cuerpo de Codi-oruga está el botón de inicio del movimiento, fácilmente reconocible al tacto por los niños. El movimiento de Codi-oruga puede ser seguido por los niños, además de por las pistas sonoras, de forma táctil, ya que no se para cuando la tocas, por lo que los niños pueden ir acompañando el movimiento del juguete con sus manos. El utilizar piezas de programación es muy interesante para que los niños comprendan estos procesos.

Como se indica, Codi-oruga tiene nueve piezas fáciles de conectar (v. Figura 4). Los niños pueden ordenarlas una y otra vez para «decirle» al juguete cómo quieren que se mueva: hacia delante, a la izquierda, a la derecha, balanceándose, bailando o incluso esperando un par de segundos antes de volver a moverse. El movimiento dependerá del tipo, del número y del orden en que se conectan las piezas al cuerpo de Codi-oruga.

Figura 3. Robot Codi-oruga

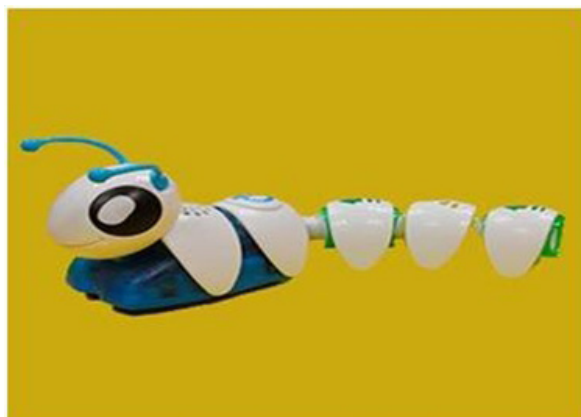


Figura 4. Piezas del robot Codi-oruga



La forma de las piezas hace que el niño sepa de inmediato el sentido en que ha de conectarlas. Además, todas tienen troqueladas las flechas que indican el tipo de movimiento (v. Figura 5). El troquelado es discontinuo, por lo que se ha optado por colocar unas marcas táctiles para reforzar la percepción al tacto del tipo de movimiento que producen, como se explica más adelante.

## 2. Diseño y elaboración de adaptaciones

### Bee-Bot

Para trabajar con Bee-Bot, ha sido necesario confeccionar diferentes tableros con adaptaciones táctiles que ayudarán a los niños a seguir y comprender su despla-

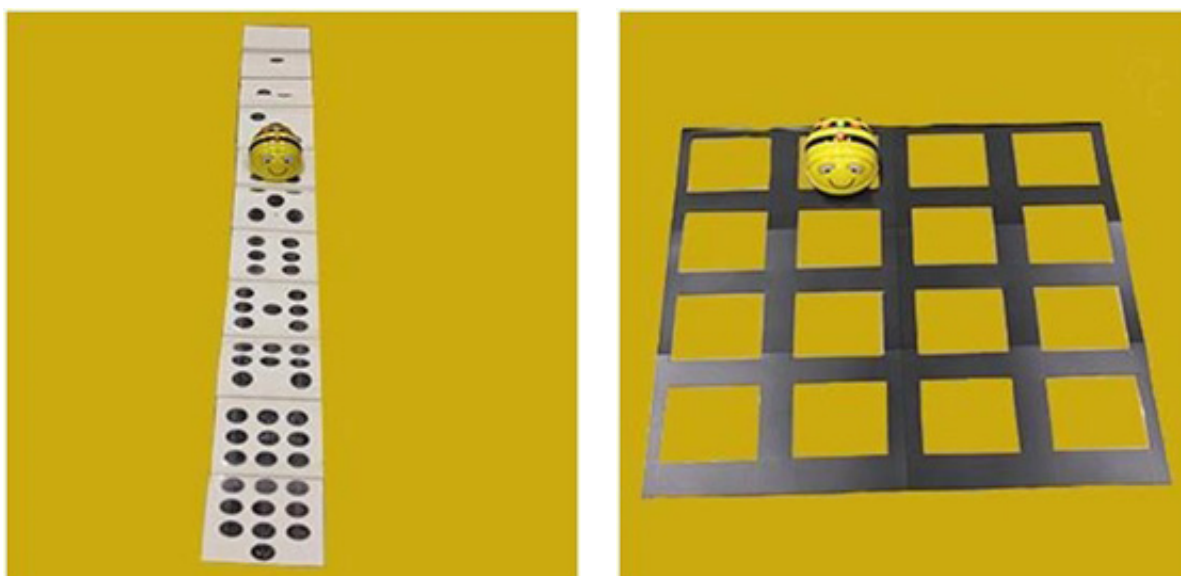
miento (v. Figura 6). Estos paneles se han pensado en función de las actividades en las que se van a emplear. Así, se han diseñado:

- Tableros bidimensionales en línea, donde solo se trabaja el avance y el retroceso.
- Tableros bidimensionales en rejilla, donde se incorpora el giro y, por tanto, el cambio de dirección.

Figura 5. Piezas troqueladas del robot Codi-oruga



Figura 6. Modelos de tableros para el robot Bee-Bot



---

LÓPEZ, F., MOLINA, A. G., y MALLO, C. (2018). Taller de robótica para alumnos con discapacidad visual de Educación Infantil y Primaria. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 73, 90-117.

En ambos casos, los tableros se construyen tomando como base cuadrados de 15 x 15 cm. La elección del tamaño de los cuadros está determinada por la longitud del desplazamiento de Bee-Bot, que recorre en cada avance 15 cm. De forma que, si se programa un avance, se desplazará 15 cm; si se programan 2 avances, serán 30 cm, etc.

## Codi-oruga

En relación con las adaptaciones táctiles, aunque las piezas tienen troquelada la forma de las flechas, el troquelado es discontinuo, por lo que se ha optado por colocar unas marcas al frente en las piezas que contiene la flecha de avance, a la derecha en las piezas que contienen la flecha de giro hacia la derecha, y a la izquierda en las piezas que contienen la flecha de giro hacia la izquierda.

Figura 7. Marcas en las piezas troqueladas del robot Codi-oruga



El desplazamiento de Codi-oruga solo se produce si se le incorpora alguna pieza de dirección. Así, cada pieza de marcha de avance hacia adelante hace que el juguete recorra 90 cm, aproximadamente. Las piezas de giro hacen que el juguete realice un de giro de 90º de radio, unos 25 cm aproximadamente.

Existen en el mercado más piezas complementarias, con órdenes y estímulos añadidos al paquete básico, con las que ampliar el repertorio y las posibilidades de Codi-oruga (sonidos divertidos, giros de 45º y de 180º, e incluso de repetición de acciones previas). Para esta experiencia, solo hemos contado con el paquete básico.

### 3. Desarrollo de la actividad

#### *Fase de motivación*

La introducción de los robots en los grupos de trabajo se realizó vinculada a experiencias emocionales para los niños.

La entrada de Bee-Bot coincidió con el nacimiento de la hermana de uno de los niños del taller de los lunes. El día que la mamá vino a presentarnos a la hermanita fue el mismo que llegó Bee-Bot al aula. Dos acontecimientos importantes que quedaron unidos de una forma muy especial, ya que los niños decidieron bautizar a Bee-Bot con el nombre de la hermanita recién nacida. Desde este día, *Sarita* es la pequeña abeja que juega con nosotros y nos ayuda a resolver problemas.

Por su parte, Codi-oruga llegó un poco más tarde, sorprendiéndonos con su conteo, su sonido potente y su capacidad de crecer y encogerse. Fue interesante la frase que impulsó el juego ese día: después de poner cada pieza, los niños decían «iale... anda... ale... anda!», de ahí que, finalmente, se llamara *Alejandra*.

#### *Secuencia de las actividades*

Las actividades lúdicas planteadas han seguido una secuencia de trabajo que contempla las siguientes tareas:

- Plantear un problema.
- Debatir sobre el mismo.
- Plantear hipótesis.
- Establecer secuencias de trabajo.
- Repartir tareas.
- Ensayo.
- Resolución.
- Análisis de resultados.
- Recodificación para resolución de errores.

## Modelo de actividades

### 1. Sarita camina

En este juego comenzamos a conocer a Sarita y cómo funciona.

Trabajamos los dos sentidos de una misma dirección: hacia delante y hacia atrás.

Para experimentar de forma más clara el desplazamiento de Sarita utilizamos el panel en forma de tira alargada de 15 cm de ancho. A lo largo del panel, aparece en relieve, cada 15 cm, una línea horizontal, de tal forma que se crean cuadros de 15 x 15 cm.

Figura 8. Actividad en tira alargada para Sarita (robot Bee-Bot)



Como ya se ha mencionado, la elección del tamaño de los cuadros está determinada por la longitud del desplazamiento de Sarita, que recorre en cada avance 15 cm.

Para diferenciar los recuadros, se han introducido unos puntos en relieve. En el primero, la casilla de referencia, punto de partida o 0, donde debe comenzar la actividad, no hay nada. En el siguiente un punto, después dos puntos, tres puntos... hasta el 10.

En esta primera actividad se plantean varios problemas:

- ¿Cómo avanzará Sarita?
- ¿Podrá avanzar varias casillas?
- ¿Podrá regresar a casa, a la casilla de salida?



Después de pensar sobre qué hacer, viene la fase de experimentación, tras la cual surgen nuevas dudas, como, por ejemplo, ¿por qué se desplaza más cuadros de los que le he programado?

Tras un nuevo debate, en el que descubrimos el botón de «borrar», se consigue dominar el funcionamiento básico de Sarita. A partir de este momento, los niños se plantean problemas los unos a los otros para resolverlos:

- Llévala a la casilla 6.
- Llévala a la casilla 8, pero empieza en la 2.
- Llévala a casa desde la casilla 5...

Nótese que en esta actividad se están trabajando contenidos de diferentes áreas del currículo: suma, resta, secuencia y orden, mayor-menor, lejos, cerca, y otros de orden relacional, turnos, compartir, interaccionar, intercambio de ideas.

## 2. Sarita busca amigos

Esta actividad es una variación de la anterior, pero incorporamos nuevos elementos motivadores, como son muñecos de animales (v. Figura 9). Un niño elige un animal y lo coloca sobre el panel de tira, le dice a su compañero el número de la casilla en la que está, le pide que programe a Sarita para que llegue hasta él y que le dé «beso con topetazo». Si consigue tirarlo, habrá cambio de turno; si no... a reprogramar.

Figura 9. Actividad en tira alargada con otros elementos para Sarita (robot Bee-Bot)





Es esta actividad se repiten los procesos señalados en *Sarita camina*. Sin embargo, a los niños, el hecho de contar con referentes táctiles que manipular y sobre los que proyectar emociones, les motiva enormemente, ya sea para programar correctamente, ya sea para hacerlo *correctamente incorrecto*, esto es, fallar a propósito para no tirar a determinados animales, lo cual satisface a los niños enormemente y requiere los mismos procesos de pensamiento.

### 3. Cuadrados

*Cuadrados* es una actividad en la que se emplearán todos los botones que controlan el funcionamiento de Sarita. Se van a incorporar los giros combinados con los desplazamientos.

Como introducción, se realizaron algunos juegos espaciales, en los que se tiene que mover por el espacio contando pasos:

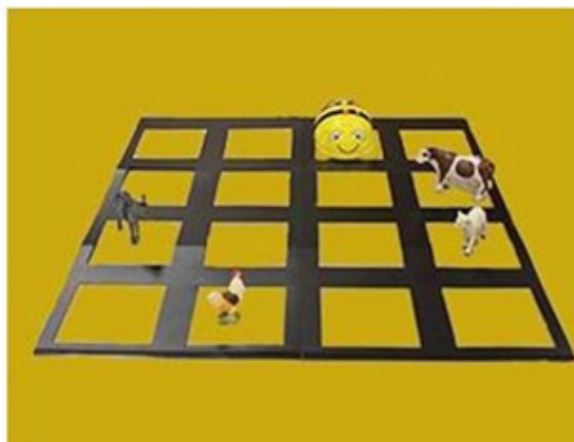
- Avanzar.
- Retroceder.
- Girar a la derecha.
- Girar a la izquierda.
- Combinar las anteriores.

Primero, lo hacen ellos y explican qué harían para llegar a un lugar del aula conocido por todos. A continuación, siguen las instrucciones de un compañero. Este juego se complica bastante, porque requiere:

- Por parte del niño que guía, trasladar y describir una acción sin estar realizándola, para que la haga otro y así conseguir su objetivo.
- Por parte del niño que ejecuta las instrucciones, interpretar el pensamiento del otro y actuar como lo haría su compañero, comprendiendo la forma en que el otro resuelve determinados problemas.

El siguiente paso es trabajar sobre el panel de cuadrícula (v. Figura 10), jugar con objetos sobre él. Utilizando modelos de animales, se propone a los chicos que los lleven de una cuadrícula a otra, que vayan contando lo que hace, haciéndoles notar cuándo deben de girar, avanzar o retroceder.

Figura 10. Panel de cuadrícula para actividades con Sarita (robot Bee-Bot)



Por último, incorporamos a Sarita, y será ella quien tenga que buscar los diferentes animales distribuidos por la cuadrícula. Empezaremos por esconder un muñeco, para ir complicando la tarea, siguiendo el proceso de desarrollo que se detalla a continuación.

Plantean varios problemas:

- ¿Cómo llega Sarita hasta el muñeco situado 3 casillas más hacia delante o hacia atrás?

La hipótesis planteada para la resolución de este problema llega pronto, prácticamente no ha requerido debate porque se corresponde con la forma en que resolvieron los problemas en actividades anteriores.

Se propone otro problema:

- Si Sarita está mirando hacia delante, ¿cómo llega hasta el muñeco situado a su derecha o a su izquierda?

Esta cuestión suscita un interesante debate, del que surgen soluciones, al principio, muy impulsivas, como es girar manualmente a Sarita (cogerla con la mano y darle la vuelta) y programar el avance.

Aunque esta no es la forma correcta de realizarlo, se observa que los niños tienen claro que, para solucionar esta cuestión, hay que secuenciar distintas órdenes: giro y avance.

Esto lleva a conocer los botones situados a derecha e izquierda del botón ejecutor y qué hace Sarita al programarlos.

Pasamos a la fase de experimentación, y, probando diferentes combinaciones, los niños descubren que:

- Sarita puede girar a la derecha o a la izquierda programando una vez el botón correspondiente.
- Sarita puede girar 180º, esto es, darse la vuelta, programando dos veces cualquiera de los botones de giro.
- Sarita puede bailar, girar hacia un lado y volver al punto de partida, programando un botón y, a continuación, el contrario.
- Sarita puede ser perezosa: programando 3 veces un giro tarda más que programando una vez el giro contrario.
- Sarita puede vacilar: programando cuatro veces un mismo botón de giro, vuelve a la posición de partida.

Nótese que, además de comprender el funcionamiento del giro de Sarita, los niños comienzan a programar con bloques. Cuando decimos, por ejemplo, que Sarita es perezosa, lo que los niños saben es que ese código de programación incluye tres secuencias simples de giro.

Por tanto, y después de esta fase de experimentación, cuando se plantea cómo llega Sarita a la casilla situada a su derecha, la respuesta es fácil: giro a la derecha (botón al efecto) y avanzar una casilla (botón avance).

Se pasa, seguidamente, a que sean los niños quienes planteen problemas a sus compañeros distribuyendo los animales por la cuadrícula y pidiéndoles que los encuentren.

Se debe señalar que, al principio, los niños van programando secuencia por secuencia. Por ejemplo:

Giro – Ejecuto - Borro - Avance 2 - Ejecuto

Pero, poco a poco, realizan la programación completa de la secuencia:

Giro - Avance 2 - Ejecuto

Llegando, incluso, por sugerencia del maestro, a «decorar» la secuencia:

Giro perezoso - Avance 2 – Pausa - Vacile - Ejecuto

De la misma forma que se indicaba en actividades anteriores, mediante este juego se trabajan diferentes contenidos curriculares, pero, en este caso, es de destacar el esfuerzo que tienen que realizar los niños para ponerse en el lugar del otro, tanto para explicarse como para comprenderlos. Por ello, destacamos nuevamente la importancia que tiene desarrollar estas actividades en grupo. Entre todos pensamos y recibimos más modelos de pensamiento, somos capaces de reconocernos y expresarnos y de reconocer al otro. ¿Tendrá algo que ver la robótica, el pensamiento computacional o el planteamiento de algoritmos con la empatía?

#### 4. Sarita lee

Como se mencionó al describir la población que ha participado de estas experiencias, uno de los grupos de referencia era el compuesto por dos niñas del último curso de Educación Infantil que están participando de una actividad vinculada al refuerzo del aprendizaje del braille a través de la tecnología. Es por ello que se han diseñado algunas actividades sencillas en las que la presencia del braille fuera relevante.

En la actividad de *Sarita lee* se han incorporado diferentes carteles en braille que se han distribuido por las casillas en función del desarrollo de la propia actividad (v. Figura 11).

Figura 11. Modelo de cartel en braille para actividades con Sarita (robot Bee-Bot)



La actividad puede tener diferentes presentaciones y organizarse en torno a diferentes centros de interés. El ejemplo que se presenta es de una actividad con animales (v. Figura 12). En cada una de las cuadrículas de la primera línea se coloca una tarjeta con el nombre de un animal, y a lo largo del panel se distribuyen las figuras de los animales.

Los niños deben programar a Sarita para que busque el animal que se corresponde con el nombre que aparece en la tarjeta sobre la que se coloca.

Figura 12. Ejemplo de actividad en panel de cuadrícula y carteles en braille para actividades con Sarita (robot Bee-Bot)



Esta actividad permite muchas variaciones: se puede colocar un solo cartel y varios animales para que se establezca el camino correcto, o varios carteles y un solo animal. Se pueden incorporar carteles con varias instrucciones para que el niño programe el camino de recogida de animales siguiendo el orden. Programar juegos de pistas incorpora otros materiales, etc.

Un aspecto metodológico importante a tener en cuenta es que las actividades donde se utilice la cuadrícula deben permitir al niño alcanzar la totalidad del espacio bidimensional, por lo que en estas primeras edades el tamaño de la cuadrícula que hemos empleado es de 4 x 4 cuadros (cada cuadro es de 15 cm de lado, por lo que las dimensiones totales son 60 x 60 cm). También se recomienda trabajar de pie, colocando la cuadrícula en una mesa, de forma que los niños puedan moverse alrededor para comprobar, calcular, etc., además de poder seguir con sus manos el desplazamiento de Sarita.

## 5. Alejandra saluda, canta y anda

La oruga Alejandra se desplaza a gran velocidad por la sala y necesita bastante espacio, por ello se aconseja jugar en el suelo. Como ya hemos indicado, cada pieza de marcha adelante hace que recorra 90 cm.

En esta primera actividad, los niños van a aprender cómo es, qué partes tiene, cuáles son sus partes activas y cómo son las piezas que empleamos en el juego, y, por último, cómo se desplaza.

Tras explorar la cabeza de Alejandra y conocer sus partes (antenas, ojos, ruedas, botón de inicio y zona de conexión de piezas), continuamos explorando las diferentes piezas y probamos lo que sucede cuando se conectan una por una:

- Avanza.
- Canta.
- Gira a la derecha.
- Gira a la izquierda.

Figura 13. Piezas del robot Codi-oruga



Así, los niños comienzan a plantearse nuevas preguntas:

- ¿Se pueden conectar dos piezas?
- ¿Cuántas piezas se pueden conectar?
- ¿Se pueden mezclar piezas? ¿Cómo se mueve entonces?
- ¿Qué sucede si cambio el orden de las piezas?

Siguiendo el esquema de trabajo que estamos mostrando a lo largo de la experiencia, los niños comienzan a experimentar intercambiando ideas sobre qué pieza ir colocando y comprobando los efectos de la secuencia de piezas seleccionada (v. Figura 14).

Figura 14. Modelo de configuración de Alejandra (robot Codi-oruga)



## 6. Alcanzando la meta. Alejandra llega al zoo y vuelve

En esta actividad los niños pueden organizar y conectar los diferentes segmentos de Alejandra de forma que llegue hasta los objetivos que se hayan colocado por la habitación. Se puede parar por debajo de puentes hechos con sillas, dar la vuelta a una mesa y sortear un obstáculo para llegar finalmente a la casa o el destino marcado.

A modo de ejemplo, desde el zoo de la ciudad se piden nuevos animales. Se envía una carta en braille adherida al cuerpo de la oruga Alejandra hasta el parque donde se crían los animales. Cuando la oruga llega al parque, la carta es leída por los encargados de cuidar a los animales del parque. Alejandra debe volver al zoo cargando los animales y haciendo el camino inverso.

- Los niños, que conocen el camino, calculan las piezas que necesita Alejandra para poder llegar a su destino, teniendo en cuenta los tramos rectos y los giros para la ida. Programan la secuencia.
- Se prueba la eficacia de la secuencia introducida por si hay que añadir, quitar o cambiar de orden las piezas.
- Se vuelve a comprobar.

- Los niños que reciben a Alejandra, que también conocen el camino, deben repasar la secuencia que ha traído a Alejandra y reprogramar las piezas introduciendo los cambios en los giros de esa secuencia.
- Se prueba la eficacia de la secuencia introducida por si hay que añadir, quitar o cambiar de orden las piezas.
- Se vuelve a comprobar.

## Pienso, planifico, ejecuto... ¡Lo conseguí!

Se debe señalar que, cuando los niños conectan los segmentos, se cuenta con muchas opciones diferentes para que Alejandra se mueva a la izquierda, luego a la derecha y luego hacia delante, o cualquier otra combinación, ¡Están aprendiendo a secuenciar! Cuando consiguen crear una secuencia para que Alejandra haga un recorrido hasta llegar a su objetivo, ¡están aprendiendo a programar para resolver problemas, están aprendiendo a codificar!

La forma y la estructura de Alejandra permiten a los niños repasar los bloques del código de programación y comprender la estructura lineal que tiene la misma.

## Resultados

Esta experiencia pone de manifiesto que los niños con ceguera pueden participar de forma autónoma en el desarrollo de actividades relacionadas con la robótica. Ciertamente es que precisan un espacio de trabajo que contemple su modalidad perceptiva, pero también es verdad que muchos de los materiales empleados de forma sistemática en las aulas se ajustan a estos requerimientos. Las escuelas pueden ofrecer estas condiciones con las mínimas adaptaciones, sobre todo pensando que en estas actividades pueden participar alumnos con ceguera y alumnos videntes.

Además de resaltar la posibilidad de desarrollar el trabajo en robótica de forma inclusiva dentro de los entornos educativos, como resultado de las actividades desarrolladas en los dos talleres descritos en esta experiencia, se deben destacar los siguientes logros:

---

LÓPEZ, F., MOLINA, A. G., y MALLO, C. (2018). Taller de robótica para alumnos con discapacidad visual de Educación Infantil y Primaria. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 73, 90-117.



- La introducción del pensamiento computacional.
- La resolución de problemas poniendo en práctica conceptos y habilidades cognitivas.
- La aplicación transversal de la robótica en diferentes áreas curriculares.
- La iniciación a la programación de manera natural y lúdica.
- La importancia del trabajo en equipo, aprender a organizarse, llegar a acuerdos, respetar las ideas de otros y compartir.
- La percepción del error como un peldaño hacia el aprendizaje, con lo que se incrementa la tolerancia hacia a la frustración.
- La adquisición de un lenguaje «científico», aprendiendo a utilizar terminología específica.
- La motivación por aprender utilizando otros materiales, atractivos y de naturaleza manipulativa, condición que los convierte, además, en accesibles.

Y, sobre todo, el interés generado en los niños por la ciencia, la curiosidad por conocer procesos, por plantear hipótesis y comprobarlas. En definitiva, el desarrollo de un pensamiento crítico, creativo y divergente, tan necesario, en concreto, en la población de niños con discapacidad visual.

## Conclusiones

Los resultados de esta experiencia, que, como ya se ha señalado, sigue en activo, han superado las expectativas iniciales.

Ha sido sorprendente cómo los niños se han motivado hacia el «por qué ocurre» y hacia los procesos antes que hacia la ejecución de un simple juego de causa-efecto. Se pueden, pues, confirmar los beneficios educativos que tiene la inclusión de la robótica en las etapas de Educación Infantil y Primaria.

El uso del robot supone para los niños con discapacidad visual la posibilidad de *verificar experimentalmente* el resultado de todos los procesos que participan en *la planificación y la programación*, pudiendo anticipar el comportamiento y el movimiento que desean que realice.

Un aspecto directamente relacionado con la singularidad de este grupo de niños es la necesidad de trabajar intencionalmente conceptos relacionados con la *organización espacial*. De forma específica, al referirse a la movilidad, la robótica aporta la posibilidad de prever una ruta, describirla, programarla y comprobar directamente, mediante el seguimiento del desplazamiento del robot por el espacio, el resultado del proceso.

En relación con el *lenguaje de programación*, a lo largo de las sesiones de trabajo se ha ido observando cómo los niños lo van incorporando de forma natural. Palabras como programa, ejecutar, código, secuencia o botón han visto incrementado progresivamente su uso por parte de los niños.

La necesidad de trabajar con otros ayuda a los niños a entenderse, a comprender que son diferentes y piensan de forma diferente, así como a ponerse en el lugar del otro para interpretar su propuesta. Aunque los alumnos que han participado en estos talleres son muy pequeños, han sido capaces de escucharse y trabajar conjuntamente, tomando decisiones y llegando a acuerdos. Como ya se ha citado, la *empatía* comienza a aparecer como soporte de las interacciones. Esta cualidad también es fundamental para todas las personas.

El desarrollo de esta experiencia ha tenido un *planteamiento experimental*, ya que la formulación de contenidos, el diseño teórico de las actividades y su puesta en práctica han estado condicionados y sujetos a continuas modificaciones y adaptaciones, debido al ritmo que marcaba el desarrollo madurativo de los niños que participaban de ella, de sus propios intereses y de sus motivaciones.

Por último, resaltar que esta no es una experiencia conclusa, su desarrollo no tiene límites prefijados, lo que le otorga un especial carácter de aventura, de maravilloso viaje al mundo de la robótica, en el que sabemos dónde empezamos pero no dónde acabaremos. Un viaje, eso sí, del que estamos seguros que los niños sacarán un buen provecho.

## Referencias bibliográficas

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS Y DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO (2017). *Marco común de competencia digital docente, enero 2017* [formato PDF]. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS Y DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO (2018a). *La enseñanza de programación en los centros escolares del Reino Unido* [formato PDF]. Traducción del original *After the reboot: computing education in UK schools*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS Y DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO (2018b). *Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula: situación en España, enero 2018* [formato PDF]. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

MORENO, J. (2014). *Aprender a programar sin ordenador* [página web]. *Programamos: videojuegos y "apps"*.

PRENSKY, M. (2010). *Nativos e inmigrantes digitales* [formato PDF]. Madrid: Distribuidora SEK.

RAQUEL (S. f.). *Bee-Bot, el robot abeja* [página web]. *Robots para niños*.

RAQUEL (S. f.). *Codi-oruga, jugar y programar con Fisher Price* [página web]. *Robots para niños*.

RO-BÓTICA GLOBAL (S. f.). *BEE-BOT: robot infantil programable* [página web]. *Ro-Bótica: robótica educativa & personal*.

RO-BÓTICA GLOBAL (S. f.). *Kit extensión de fichas TacTile para Blue-Bot* [página web]. *Ro-Bótica: robótica educativa & personal*.

RO-BÓTICA GLOBAL (S. f.). *Pack Blue-Bot y TacTile Reader: la pareja perfecta* [página web]. *Ro-Bótica: robótica educativa & personal*.

SANZ, D. (S. f.). *Codi Oruga, robotjuego para los más pequeños* [página web]. *Juegos Robótica: aprender a programar jugando*.

---

LÓPEZ, F., MOLINA, A. G., y MALLO, C. (2018). Taller de robótica para alumnos con discapacidad visual de Educación Infantil y Primaria. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 73, 90-117.

WING, J. M. (2006). Computational thinking [formato PDF]. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

## Recursos web

- *Bee-Bot*. App Store.
- *Blue-Bot*. App Store.
- *Blue-Bot*. Google Play.
- *Computer Science without a computer*: <https://csunplugged.org/>.
- *Codi-oruga*. Fisher-Price.
- ¿Qué es el Bee Bot?: <https://to-be-a-bot.weebly.com/iquestqueacute-es-bee-bot.html>.
- *Robótica y mucho más*: <http://olmedarein7.wixsite.com/roboticainfantil/actividades>.
- *El viaje de BeeBot*: <http://elviajedebeebot.blogspot.com/>.

---

LÓPEZ, F., MOLINA, A. G., y MALLO, C. (2018). Taller de robótica para alumnos con discapacidad visual de Educación Infantil y Primaria. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 73, 90-117.