

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EDUCACIÓN INFANTIL: UNA SECUENCIA DE ENSEÑANZA CON EL ROBOT BEE-BOT¹⁰

Pascual D. Diago – David Arnau

pascual.diago@uv.es – david.arnau@uv.es

Departament de Didàctica de la Matemàtica, Universitat de València (Estudi General),
España

Núcleo temático: La resolución de Problemas en Matemáticas

Modalidad: CB

Nivel educativo: Inicial (3 a 5 años)

Palabras clave: pensamiento computacional, resolución de problemas, infantil, estrategias heurísticas

Resumen

El término “pensamiento computacional” (Wing, 2006) guarda una estrecha relación con muchos de los procesos asociados a la resolución de problemas. Además de ocupar una posición privilegiada en los textos curriculares de las primeras edades escolares, la resolución de problemas es un elemento central de la enseñanza de las matemáticas. Concretamente, el aula de infantil es un escenario propicio para la aparición de situaciones estimulantes de resolución de problemas que ayuden a estructurar el pensamiento lógico-matemático del estudiante a la vez que desarrollen facultades intelectuales y estrategias heurísticas. Desde esta perspectiva se presenta una secuencia de enseñanza basada en el robot Bee-bot i su app digital, ambos orientados a que estudiantes de primeras edades escolares den sus primeros pasos en programación como una forma de iniciar el aprendizaje de la resolución de problemas.

1. Resolución de problemas y pensamiento computacional en primeras edades escolares

El término *pensamiento computacional*, acuñado por Wing (2006), se define como una aproximación a la resolución de problemas mediante el uso de estrategias de descomposición, diseño de algoritmos y abstracción, así como razonamiento lógico. Pese a que no parece haber consenso sobre las características propias que dicho término engloba (Grover y Pea, 2013) sí parece quedar claro que el pensamiento computacional es "un enfoque para resolver

¹⁰ Este trabajo ha contado con el apoyo de los proyectos concedidos por el Ministerio de Educación de España (EDU2015-69731-R, MINECO / FEDER) y la Conselleria d'Educació, Investigació, Cultura i Esport de la Generalitat Valenciana (GVPROMETEO2016-413)

un problema que faculta a la integración de las tecnologías digitales con las ideas humanas" (ISTE y CSTA, 2011, p. 8). Estos planteamientos se apartan de la habitual *competencia digital*, que pretende transformar a los estudiantes en meros consumidores de recursos tecnológicos. Así, nuestro enfoque para con el uso de la robótica vendrá marcado por la definición de resolución de problemas propuesta por Puig y Cerdán (1988): "se entiende por proceso de resolución de un problema a la actividad mental desplegada por el resolutor desde el momento en que, siéndole presentado un problema, asume que lo que tiene delante es un problema y quiere resolverlo, hasta que da por acabada la tarea" (p. 8).

Nuestro estudio se dirige a las *primeras edades escolares*, es decir, a la etapa escolar que en la literatura científica del área se corresponde con los niveles de *Pre-Kindergarten* a *Grade 2* y que en el sistema español equivaldría a los cursos que van desde 2º ciclo de educación infantil hasta 2º curso de educación primaria. Conviene en este punto desmarcarnos de la creencia extendida de que el pensamiento computacional es una tarea inapropiada para primeras edades escolares. Actualmente ya son nueve los países europeos que incluyen la programación y el desarrollo del pensamiento computacional como parte oficial del currículum a desarrollar en sus escuelas de formación básica (FECYT, Google y Everis, 2016).

Nuestra intención fundamental es diseñar secuencias de enseñanza de resolución de problemas matemáticos mediante el uso de robots programables. Por ello nos situamos en una perspectiva de la enseñanza de la resolución de problemas independiente del contenido, lo que según Puig (1996) sería el estudio de la "pura resolución de problemas" o estudio de la heurística matemática, en el sentido de Polya (1957). Nuestra observación se centrará en los heurísticos puestos en juego por los estudiantes a la hora de elaborar el plan y examinar la solución obtenida.

2. La secuencia de enseñanza

En la actualidad el desarrollo de conocimientos y habilidades matemáticas en relación al pensamiento computacional está recibiendo mucha importancia. Ya son multitud los proyectos educativos escolares que han surgido en los últimos años. Pero este crecimiento también se hace notar en trabajos de investigación en educación matemática. Así, son varios los estudios que intentan determinar el impacto que tiene el uso de herramientas propias de

las ciencias de la computación en el desarrollo las habilidades y procesos matemáticos como la resolución de problemas, el razonamiento abstracto, la producción de algoritmos o la generalización de patrones. Muchos de estos trabajos, además, están centrados en primeras edades escolares (Alberto et al., 2015; Bers et al., 2014; Fessakis, Gouli y Mavroudi, 2013; Kazakoff, Sullivan y Bers, 2013; Sáez y Cózar, 2017). Recordemos brevemente que el desarrollo de investigaciones con enfoque matemático basadas en las características del pensamiento computacional no es nuevo, pues los estudios con LOGO comenzaron en la década de los 70 de la mano de Papert (1980), como creador del software.

Será nuestra intención diseñar una secuencia de enseñanza que permita, posteriormente, analizar las producciones de los resolutores o las dificultades que estos experimentan a la hora de resolver o implementar la solución en los problemas planteados. Dado que es un estudio que se lleva a cabo en primeras edades escolares, se pondrá especial atención al uso de heurísticos en general y de herramientas heurísticas, en particular, en el sentido que le da Puig (1996) a este término, como "procedimiento independiente del contenido del problema que lo transforma en otro" (p. 41), de manera que la solución encontrada para este último es trasladable al problema original.

Desde esta perspectiva, y teniendo en cuenta el posicionamiento con respecto al pensamiento computacional y la resolución de problemas argumentado en el primer epígrafe, se presenta una secuencia de enseñanza basada en el robot *Bee-bot* i su app digital.

2.1. Objetivos de la secuencia de enseñanza

Tomando como eje central la tarea de resolver problemas, como metodología y como contenido, a modo de escenario privilegiado para el aprendizaje en el que se llevarán a cabo las experimentaciones y observaciones, se proponen estos dos objetivos:

- i) Potenciar estrategias propias del pensamiento computacional en estudiantes de infantil que permitan afrontar la resolución de problemas matemáticos mediante estrategias que impliquen la comunicación con entornos tecnológicos y la toma de decisiones.
- ii) Identificar los heurísticos que ponen en juego estos estudiantes y cómo modifican sus estrategias de resolución a partir de la retroalimentación que producen los sistemas tecnológicos cuando resuelven este tipo de problemas.

2.2. Materiales de la secuencia de enseñanza

- **Bee-bot.** Es un robot comercial programable orientado a estudiantes de infantil y primaria (Figura 1). Permite trabajar, principalmente, la secuenciación de órdenes a modo de algoritmos, la lateralidad, la noción espacial y la creación y diseño de soluciones óptimas. El robot es analógico y cuenta con unos botones en su parte superior que permiten programarlo para que avance o retroceda (15 cm en cada paso) o gire a derecha o izquierda (90°) sobre sí mismo. Además, cuenta con los botones "GO" que hace que el robot ejecute las órdenes introducidas, "CLEAR" que borra las órdenes introducidas previamente (hay que remarcar que el robot tiene memoria y después de pulsar el botón "GO" las órdenes introducidas se volverán a ejecutar en la siguiente pulsación del botón "GO") y el botón "PAUSE" que detiene temporalmente el robot.



Figura 2: *Bee-bot*, robot programable para primeras edades escolares.

- **Tablero.** Las actividades con el robot *Bee-bot* a menudo vienen acompañadas de tableros con cuadrículas pautadas (de 15 cm) sobre los que se desplazará el robot. Son muchos los motivos y diseños que pueden encontrarse. En nuestro caso, para mayor versatilidad, hacemos uso de un tablero blanco con una cuadrícula 5 x 4.

- **Cinta adhesiva de color.** Esta cinta se utilizará para marcar los caminos que el robot ha de recorrer sobre el tablero.

- **Tarjetas de comandos y caja de secuenciación.** Con el fin de que los estudiantes puedan representar un plan y compararlo con el movimiento del robot se han elaborado unas tarjetas que se corresponden con los comandos que puede ejecutar *Bee-bot*. Como los movimientos que ejecuta el robot son relativos a la posición propia del mismo, se introduce en las tarjetas la figura del robot, como se muestra en la Figura 2.

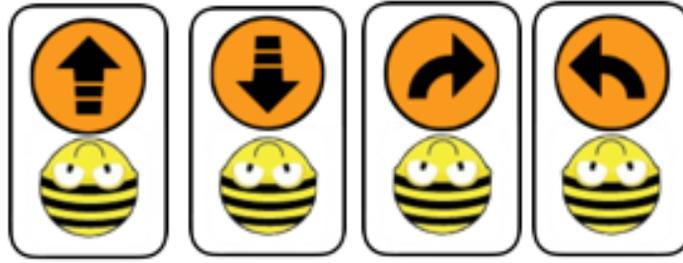


Figura 3. Tarjetas de comandos correspondientes a los movimientos que realiza *Bee-bot*.

Estas tarjetas pueden disponerse en el orden que se introducirían las instrucciones en el robot, dentro de lo que hemos llamado caja de secuenciación. La caja contiene varios huecos numerados en los que insertar las tarjetas. Una flecha indica el orden de ejecución los comandos (Figura 3). La caja se acompaña con una tarjeta con el comando "GO" que indica la ejecución del programa y que los estudiantes han de colocar al final de la secuencia elaborada para indicar el fin del algoritmo.

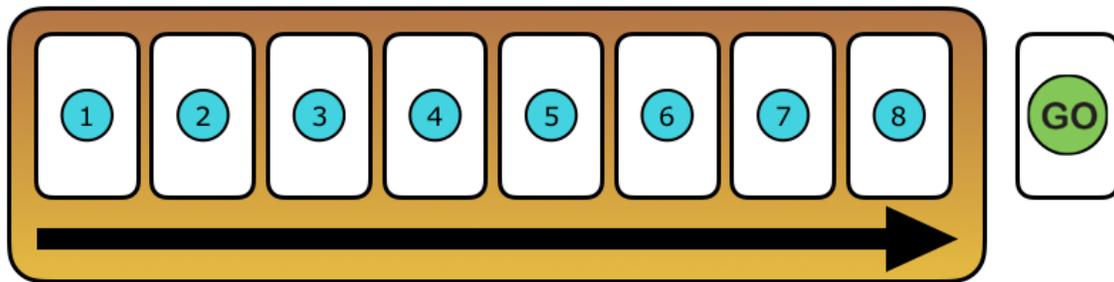


Figura 4. Caja de secuenciación sobre la que se colocan las tarjetas de comandos (se muestran solo 8 ranuras, pero pueden mostrarse más, en función del problema propuesto).

- **App *Bee-bot*.** Permite llevar al terreno digital el potencial del robot *Bee-bot* (Figura 4). Además, ofrece multitud de tableros de juego graduados en complejidad. El estudio entre las habilidades mostradas por estudiantes a la hora de resolver problemas con el robot y la aplicación móvil nos permitirá observar dificultades inherentes al uso de los dispositivos TIC.



Figura 5. Vista de uno de los niveles de la app *Bee-bot* para iOS.

2.3. Diseño de la secuencia de enseñanza

- **Fase 1: Uso de las tarjetas de comandos y comprensión de su significado.** El objetivo de esta primera fase es que el estudiante se familiarice con el robot y entienda cómo se mueve. Para ello, se hará uso de las tarjetas de comandos y se dará importancia a la orientación del robot en relación a las tarjetas. Se planteará una secuencia ordenada de tarjetas introduciendo los comandos en la caja, se preguntará a los estudiantes cuál será el movimiento del robot, se introducirán las órdenes y se analizará el resultado. Se comenzará con movimientos simples: avanzar una vez, dos veces, tres veces; introduciendo después otros más complicados, como girar, avanzar una vez y girar, etc.

- **Fase 2: Mover a *Bee-bot* por caminos dados.** En esta fase se propondrá resolver el problema de llevar a *Bee-bot* desde una posición inicial a una final siguiendo una trayectoria marcada. La forma de proceder será: proponer el camino, dejar que los estudiantes discutan la secuencia con las tarjetas de comandos y la caja de secuenciación, posteriormente programar la secuencia que se ha decidido en *Bee-bot*, observar y comentar el resultado. Los caminos se presentarán estructurados según complejidad. En la Figura 5 mostramos algunos ejemplos.

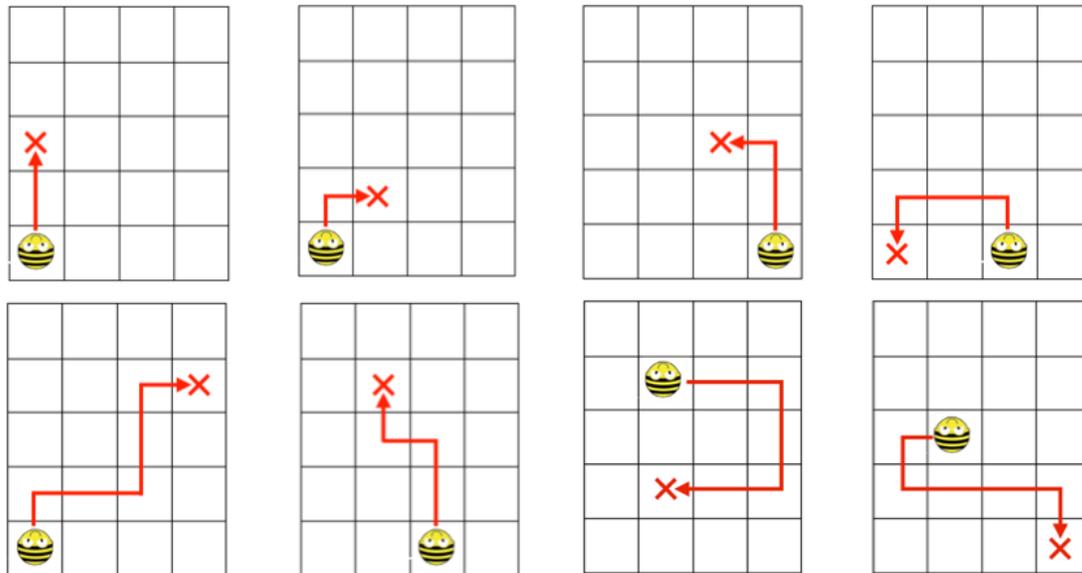


Figura 6. Algunos ejemplos de problemas para la fase 2 con diferente grado de complejidad.

- **Fase 3: Mover a Bee-bot por caminos libres.** Repite la estructura de la fase anterior, pero sin fijar la trayectoria: solo se darán los cuadros inicial y final del robot. De forma más compleja, se presentarán problemas en los que el robot tenga que pasar por una serie de cuadros previamente dados para completar el camino. En este último tipo de problema hay que remarcar que como los caminos necesitarán de más pasos para ser completados, la caja de secuenciación deberá contener más ranuras. En la Figura 6 podemos ver ambos ejemplos de problema.

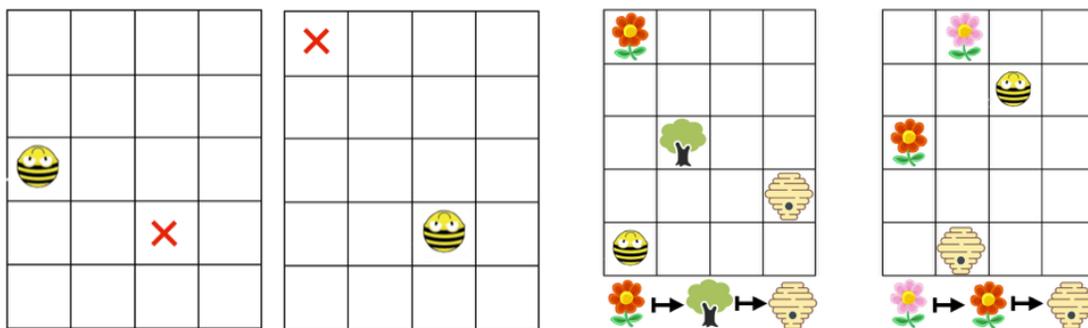


Figura 7. Dos ejemplos diferentes de problema para la fase 3.

- **Fase 4: Uso de la app Bee-bot.** El modo principal de juego de la aplicación *Bee-bot* ofrece en formato digital tableros equivalentes a los mostrados en la fase 3, aunque estéticamente más elaborados. Así, la forma de proceder en esta fase será análoga a la de la fase anterior.

3. Conclusiones

En el día a día del niño la resolución de problemas constituirá una tarea habitual de su vida cotidiana y a su vez, a nivel académico, uno de los elementos centrales de la enseñanza de las matemáticas. El uso de la programación de robots, y desde el punto de vista de la resolución de problemas, es un entorno privilegiado para la aparición de destrezas (por ejemplo, los medios de representación de la trayectoria) y herramientas heurísticas (por ejemplo, dividir el problema en partes, reducir el problema a otro conocido, o transformar el problema en otro problema). El potencial de esta vía puede apreciarse, al menos, desde dos exigencias que impone el entorno y que podemos ligar a los pasos de Polya (1957): i) la necesidad de realizar un plan previo a la programación del robot y la conveniencia de usar una representación formal (como pueden ser las tarjetas); y ii) la posibilidad de realizar una valoración del plan a partir de la respuesta proporcionada por el movimiento del robot. En definitiva, esta secuencia de enseñanza permitirá a los estudiantes iniciarse en las estructuras básicas de la programación secuencial en entornos tecnológicos, potenciando los procesos de toma de decisiones y el uso de estrategias heurísticas, como un paso más hacia la resolución de problemas.

Referencias bibliográficas

Alberto, L., Moreno-León, J., Ester, H. y Robles, G. (2015). Developing Mathematical Thinking with Scratch An Experiment with 6th Grade Students. En G. Conole, T. Klobučar, C. Rensing, J. Konert, & É. Lavoué (Eds.), *Design for Teaching and Learning in a Networked World. 10th European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2015* (Vol. XX, 649, p. 208). Toledo, Spain: Springer.

Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R. y Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers and Education*, 72, 145–157.

FECYT, Google y Everis. (2016). *Educación en ciencias de la computación en España 2015*. Ministerio de Economía y Competitividad.

Fessakis, G., Gouli, E. y Mavroudi, E. (2013). Problem solving by 5-6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study. *Computers and Education*, 63, 87–97.

Grover, S. y Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43.

ISTE y CSTA. (2011). *Computational Thinking Leadership Toolkit*. Arlington (Virginia): Computer Science Teachers Association (CSTA) – International Society for Technology in Education (ISTE).

Kazakoff, E. R., Sullivan, A. y Bers, M. U. (2013). The Effect of a Classroom-Based Intensive Robotics and Programming Workshop on Sequencing Ability in Early Childhood. *Early Childhood Education Journal*, 41(4), 245–255.

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.

Polya, G. (1957). *How to Solve It* (2nd ed.). Princeton, NJ: Princeton University Press.

Puig, L. (1996). *Elementos de resolución de problemas*. Granada: Comares.

Puig, L. y Cerdán, F. (1988). *Problemas aritméticos escolares*. Madrid: Síntesis.

Sáez, J. M. y Cózar, R. (2017). Pensamiento computacional y programación visual por bloques en el aula de Primaria. *Educar*, 53(1), 129–146.

Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Commun. ACM*, 49(3), 33–35.