

# PROYECTO STEM: PROGRAMAR UN VIDEOJUEGO PARA APRENDER MATEMÁTICAS

**Álvaro Molina-Ayuso**, *I.E.S. Profesor Tierno Galván, La Rambla (Córdoba)*  
**Rafael Bracho-López**, *Universidad de Córdoba*  
**Natividad Adamuz-Povedano**, *Universidad de Córdoba*

## RESUMEN.

Trabajar por proyectos STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) es una metodología muy útil para desarrollar una labor interdisciplinar que ayuda a adquirir conocimientos dentro del ámbito científico y tecnológico. Utilizando como herramienta de trabajo el software educativo Scratch, los alumnos de 1º de ESO han trabajado en un proyecto tecnológico para crear un videojuego con el objetivo de mejorar la competencia en resolución de problemas a través del pensamiento computacional y poder ser creadores de sus propios recursos multimedia para reforzar el aprendizaje de contenidos propios de la asignatura de matemáticas.

**Nivel educativo:** El proyecto se ha realizado con alumnos de 1º de ESO pero es válido para cualquier curso de Educación Secundaria y los últimos años de Educación Primaria.

## 1. INTRODUCCIÓN.

La Enseñanza de las Matemáticas se encuentra hoy en una situación un tanto peculiar en los distintos niveles educativos. Vivimos en la era de la información y la comunicación, de la cualificación y de la formación profesional. Dado que la gran mayoría de los trabajos actuales incluyen el uso de ordenadores y software, parece obvio entender que el uso de las matemáticas es algo muy necesario; vivimos en un gran momento para la enseñanza de las matemáticas ya que disponemos de gran variedad de herramientas para potenciar nuestro trabajo (Meyer, 2014). Pero como docentes siempre tenemos una pregunta presente: ¿cómo hacer que los alumnos se motiven en el estudio de nuestra materia? Desde mi punto de vista, los alumnos necesitan dinamismo en clase, esto quiere decir que necesitan ver aspectos cambiantes en el desarrollo de los contenidos de la asignatura, necesitan ver que el curso escolar de matemáticas no es estanco, que no es un mero transcurrir de unidades didácticas con actividades, problemas cerrados y exámenes con los que obtener una calificación numérica. Más aún en los alumnos de los primeros años de Educación Secundaria, donde necesitan despertar su curiosidad, motivación y gusto por las distintas disciplinas que estudian para entender la importancia de la formación académica. El trabajo por proyectos, entendido como el conjunto de actividades sistemáticas y elaboradas que se ejecutan con el fin de resolver un determinado problema (Tobón, 2006), ofrece al desarrollo curricular este dinamismo con fuerte carácter motivacional ya que el alumno trabaja en un

contexto profesional y emprendedor que le permite abordar distintos tipos de competencias y enfrentarse a los problemas y a situaciones reales de forma creativa y colaborativa.

En el presente trabajo se explica cómo se ha desarrollado un proyecto tecnológico dentro de la asignatura de matemáticas de 1º de ESO en el que el alumno tiene como objetivo final crear un videojuego para repasar contenidos de este curso. El proyecto se ha desarrollado en dos fases: una primera fase de introducción a la herramienta de trabajo Scratch y una segunda fase para crear el videojuego. El desarrollo del trabajo está enfocado a trabajar de manera transversal temas propios de la asignatura de matemáticas como la mejora de la competencia en resolución de problemas y reforzar los contenidos de la asignatura.

## 2. PENSAMIENTO COMPUTACIONAL. SCRATCH

Este término fue empleado por primera vez por Jeannette M. Wing, en marzo de 2006, en una comunicación de ACM (Association of Computing Machinery) cuando establecía que “el pensamiento computacional es una destreza fundamental para cualquier persona, no solo para informáticos” (Wing, 2006). El pensamiento computacional ofrece a los estudiantes nuevas vías para el desarrollo de las habilidades necesarias para la vida moderna utilizando la programación como vía para el aprendizaje, dando importancia a desarrollar el aspecto creativo del estudiante y ofreciendo un nuevo papel en el uso de la tecnología.

Para este trabajo de investigación se ha utilizado el software educativo Scratch (Figura 1) desarrollado por el grupo Lifelong Kindergarten del MIT Media Lab, grupo liderado por el Dr. Mitchel Resnick. Scratch ofrece la posibilidad de incluir la programación en el proceso de aprendizaje a la vez que facilita la importante labor de introducirlos en su uso y comprensión de manera sencilla.

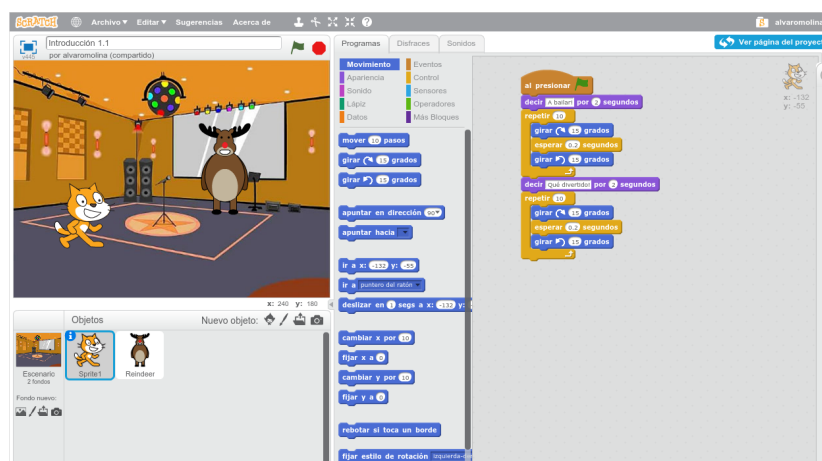


Figura 1: Entorno gráfico de Scratch

Este lenguaje de programación basado en bloques (instrucciones) facilita a los estudiantes crear sus propios juegos, historias interactivas o simulaciones. Los bloques están organizados por colores (categorías) y su intuitiva interfaz facilita mucho la tarea de construir algoritmos ya que se evita los errores tipográficos en las instrucciones.

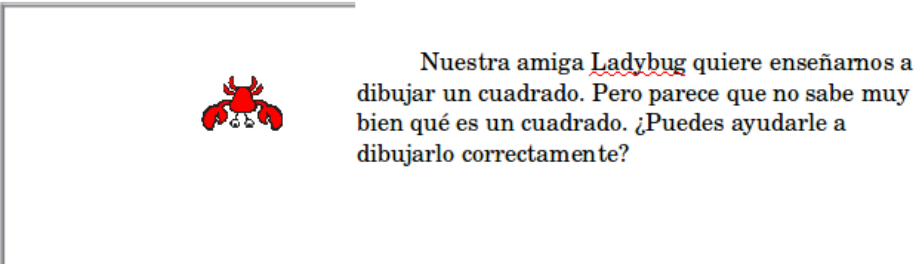
### 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

#### 3.1. PRIMERA FASE. INTRODUCCIÓN A SCRATCH Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

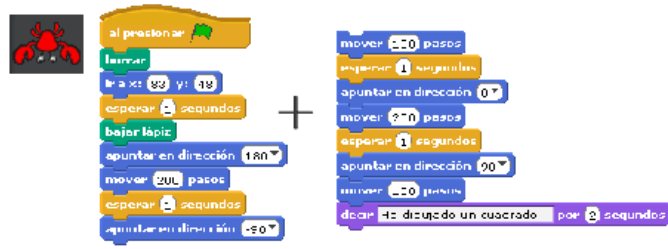
En primer lugar, el alumno debe conocer cómo usar la herramienta que va a vertebrar el desarrollo del proyecto: Scratch. Para empezar se realizó una sesión expositiva en la que se muestra qué es Scratch, la comunidad Scratch y cómo será el resultado final de nuestro proyecto.

Posteriormente, y a lo largo de un total de 8 sesiones, se desarrollan las denominadas actividades de introducción. Estas actividades están planteadas para introducir al alumno en el uso de este software y para trabajar el desarrollo de la competencia en resolución de problemas. Suponen un total de 9 actividades en las que el alumno debe corregir códigos erróneos. Cada actividad está acompañada por un enunciado que aclara la acción que debe realizarse una vez se ha corregido el programa (Figura 2).

• Introducción



Nuestra amiga Ladybug quiere enseñarnos a dibujar un cuadrado. Pero parece que no sabe muy bien qué es un cuadrado. ¿Puedes ayudarle a dibujarlo correctamente?



```

al presionar bandera verde clic
  limpiar
  ir a x: 83 y: 18
  esperar 2 segundos
  bajar lápiz
  apuntar en dirección 180
  mover 200 pasos
  esperar 2 segundos
  apuntar en dirección 90
  mover 200 pasos
  esperar 1 segundos
  apuntar en dirección 0
  mover 200 pasos
  esperar 1 segundos
  apuntar en dirección 90
  mover 200 pasos
  decir He dibujado un cuadrado por 2 segundos
  
```

¿Cuál es el problema?  
 ¿Cuál es el fallo en el programa?  
 ¿Cómo lo has solucionado?  
 ¿Existen otras alternativas para resolver el problema?

Figura 2: Actividad de introducción

Cada una de las actividades de introducción está acompañada de cuatro preguntas de reflexión para que el trabajo con Scratch no sea simplemente corregir el fallo en el programa, que a priori no es difícil. El trabajo con el pensamiento computacional es un proceso de comprensión y reflexión, actividad estrechamente ligada con la resolución de problemas. Por este motivo, las preguntas de reflexión están enfocadas a reforzar aspectos relevantes a los métodos de resolución de problemas usados frecuentemente en matemáticas. Concretamente, a la heurística tradicional de Polya (1945) basada en cuatro pasos: entender el problema, concebir un plan de resolución, ejecutar el plan y comprobar los resultados. En muchas ocasiones, este método suele presentarse algo confuso para los alumnos y no siempre se presenta como un método exitoso. Schoenfeld (2012) expone que el motivo puede ser que los 4 pasos se quedan para el estudiante algo confusos por haber otras sub-estrategias de las cuales no son conscientes en utilizar a la hora de resolver un problema. Por ello, conviene emplear otra denominación a la hora de trabajar la heurística de resolución de problemas para intentar que los alumnos lo interioricen de manera más efectiva. Éste es el punto de partida para el diseño de estas cuatro preguntas de reflexión que el alumno debe trabajar en cada una de las actividades de introducción a Scratch. En la primera deben explicar cuál es el problema, ya que el programa no realiza la misma acción que se detalla en el enunciado. No se pide explícitamente al alumno comprender bien el enunciado; se le pide explicar cuál es el fallo en el programa respecto al enunciado, estando implícita la necesidad de comprenderlo. Posteriormente, para ver el plan de trabajo que ha diseñado y cómo lo ha llevado a cabo, se le pide explicar cuál es el fallo en el algoritmo (línea donde se presenta el error) y cómo lo ha resuelto. Por último debe plantear una alternativa para el algoritmo realizando siempre la misma acción que le pide el enunciado, con lo que se está llevando a cabo una comprobación y planteamiento de otros planes viables a la resolución que se ha hecho. Así se trabaja el procedimiento de resolución de problemas basado en la heurística tradicional de Polya (1945) pero con una denominación y enfoque distinto para intentar que el alumno interiorice un razonamiento propio para trabajar el proceso de resolución "sin resolver problemas matemáticos" utilizando herramientas didácticas alternativas.

### 3.2. SEGUNDA FASE. CREAR EL VIDEOJUEGO

Una vez los alumnos han completado las actividades de introducción para familiarizarse con el programa, da comienzo la parte más interesante para ellos: hacer el videojuego. Para que los alumnos trabajen en la misma línea, se ha planteado la modalidad de videojuego de aventura gráfica. El ejemplo mostrado en la sesión inicial escenifica un personaje principal que se desplaza por distintos escenarios en los que encuentra a otros personajes que le plantean retos matemáticos (operaciones combinadas, ecuaciones, cuestiones teóricas, problemas). Cada vez que se supere un reto, se obtendrá un punto y el personaje podrá hacer otro reto.

Para llevar a cabo esta tarea de programación, se ha dividido todo el proceso en 8 actividades para que el alumno pueda completarlo de manera sencilla y estructurada. Estas actividades tienen todas un mismo formato: una

primera parte de texto en la que se explica la parte del juego que se va a programar, una serie de cuestiones de reflexión que el alumno debe contestar antes de construir los puzzles en Scratch y el enunciado explicativo para la construcción de los puzzles de cada objeto. Las actividades están explicadas con imágenes del videojuego terminado expuesto como ejemplo en la sesión inicial, pero está claro que ellos pueden diseñar toda la parte gráfica a su gusto promoviendo la denominada "espiral de pensamiento creativo" (Figura 3).



Figura 3: Espiral de pensamiento creativo

Trabajando con esta tecnología, el alumno imagina lo que quiere hacer; crea un proyecto basado en sus ideas; juega con sus ideas y creaciones; comparte sus ideas y creaciones con otros y reflexiona sobre sus experiencias; todo el proceso le lleva a imaginar nuevas ideas y nuevos proyectos.

### 3.3 EVALUACIÓN

Para evaluar las dos fases del proyecto, se han diseñado una serie de rúbricas incluidas en el anexo 1 y en el anexo 2.

La proceso de evaluación del trabajo se ha realizado conforme los alumnos completaban las actividades y no al final de cada fase.

### 3.4 DIFUSIÓN DEL PROYECTO

Como complemento al trabajo, una serie de alumnos han participado en el concurso interescolar denominado Desafío STEM. Esta actividad no ha supuesto una carga añadida para ellos a la hora de trabajar con Scratch. Lo único que han tenido que hacer ha sido grabar una serie de vídeos en los que han explicado su experiencia de trabajo en las distintas fases en las que está dividido el concurso. En primer lugar, una presentación del grupo de alumnos en la que se expone la idea principal del proyecto; luego un vídeo explicando cómo iba evolucionando el trabajo, seguido de un vídeo de reflexión donde han explicado los aspectos susceptibles de destacar que les ha surgido a lo largo de toda la experiencia de trabajo y un último vídeo de fin de proyecto para hacer un resumen de la experiencia y proponer posibles ampliaciones.

Los vídeos pueden verse en los siguientes enlaces:

- <https://www.youtube.com/watch?v=6lO2pixEwoA>
- <https://www.youtube.com/watch?v=68AI2hLGSTY>

- <https://www.youtube.com/watch?v=YnPDZ6GugEQ>
- <https://www.youtube.com/watch?v=qPIB8OjFr7k>

Es importante destacar que este complemento de trabajo ha tenido un fuerte carácter motivacional en el desarrollo del proyecto, ya que ven que el trabajo que realizan no se queda en el aula. El poder compartirlo y explicar su experiencia personal les ha aportado una perspectiva motivadora para darles esa sensación de conexión con la comunidad educativa haciendo un uso práctico y profesional de las redes sociales. Igualmente, el material de Scratch generado en el desarrollo del proyecto se ha subido al portal Scratch.mit.edu, donde cualquiera puede usarlo y modificarlo para crear su propio videojuego.

## REFERENCIAS.

Meyer, D. (2014). Math class needs a makeover. Retrieved February 10, 2016, from [https://www.ted.com/talks/dan\\_meyer\\_math\\_curriculum\\_makeover?](https://www.ted.com/talks/dan_meyer_math_curriculum_makeover?)

Polya, G. (1945). *How To Solve It* (2nd ed.). New York: Princeton University Press, Doubleday Anchor Books.

Resnick, M. (2007). Sembrando las semillas para una sociedad más creativa.  
Schoenfeld, A. H. (2012). How we think: A theory of human decision making, with a focus on teaching. *12th International Congress on Mathematical Education*.

Tobón, S. (2006). Método de trabajo por proyectos. Madrid: Uninet

Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communication of the ACM*, 49(3), 33-35.

## ANEXO 1

<b>Evaluación primera fase</b>					
<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Escala de observación</b>			
		<b>Nivel 1</b>	<b>Nivel 2</b>	<b>Nivel 3</b>	<b>Nivel 4</b>
Completa el puzle para su correcto funcionamiento con piezas sencillas.	Introducción 1.1, 1.2 y 1.3. Cuaderno de trabajo y preguntas de reflexión.	No completa	Completa 1 puzle	Completa 2 o más puzles	Completa 2 o más puzles y responde a las preguntas de reflexión.
Utiliza los distintos bucles lógicos para corregir fallos en los algoritmos.	Introducción 1.5, 2.1 y 2.2. Cuaderno de trabajo y preguntas de reflexión.	No corrige ningún error	Corrige 1 error	Corrige 2 o más errores	Corrige todos los errores y responde a las preguntas de reflexión.
Utiliza números, junto con sus propiedades, para resolver problemas e intercambiar información, utilizando recursos tecnológicos.	Introducción 1.4, 2.3 y 2.4. Cuaderno de trabajo y preguntas de reflexión.	No utiliza las propiedades de números	Corrige 1 error	Corrige 2 o más errores.	Corrige todos los errores y responde a las preguntas de reflexión.
Desarrolla construcciones propias.	Crear con 10 piezas 1. Crear con 10 piezas 2. Cuaderno de trabajo y preguntas de reflexión.	No crea ninguna construcción	Crea 1 construcción	Crea 2 construcciones	Crea 2 construcciones y responde a las preguntas de reflexión
Colabora con sus creaciones en el portal web de Scratch.	Portal web Scratch	No comparte	Comparte 1 construcción	Comparte 2 construcciones	Comparte 2 construcciones y colabora en otras.

## ANEXO 2

Evaluación segunda fase					
Indicadores	Instrumentos	Escala de observación			
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Presenta el videojuego. Diseña los personajes	Actividad 1. Cuaderno de trabajo y preguntas de reflexión	No hay orden para mostrar fondos de escenario	Hay orden en los fondos de escenario pero no en las imágenes y diálogos	Hay orden en los fondos de escenario, en las imágenes y diálogos pero no responde a las preguntas	Los fondos, las imágenes y los diálogos están en el orden correcto y responde a las preguntas
Define la variable para el marcador	Actividad 2 Cuaderno de trabajo y preguntas de reflexión.	No define la variable	La variable no suma valores	La variable funciona como contador de puntos	La variable funciona como contador de puntos y responde a las preguntas
Utiliza las direcciones para definir el movimiento del personaje	Actividad 3 Cuaderno de trabajo y preguntas de reflexión.	No programa el movimiento para todas las direcciones	Programa el movimiento para las 4 direcciones correctamente	Programa el movimiento y responde a las preguntas	Programa un movimiento extra para otro personaje del juego
Establece las interacciones entre los personajes	Actividad 4 Cuaderno de trabajo y preguntas de reflexión.	No hay interacción con el personaje	Hay interacción coherente pero no suma un punto	Hay interacción y suma un punto	Hay interacción, suma un punto y responde a las preguntas
Interacción entre objetos	Actividad 5 Cuaderno de trabajo y preguntas de reflexión	No hay cambio de escenario	Hay cambio de escenario pero los personajes no aparecen en su fondo	Hay cambio de escenario y los personajes aparecen en su fondo	Hay cambio de escenario y los personajes se comportan en su fondo y responde a las preguntas
Cuestiones matemáticas	Actividad 6 y 8 Cuaderno de trabajo y preguntas de reflexión	Las preguntas y respuestas no son correctas	Diseña bien las cuestiones pero no suma puntos al marcador	Diseña bien las cuestiones y suma puntos al marcador	Diseña bien las cuestiones y suma puntos al marcador y responde a las preguntas
Múltiples escenarios	Actividad 7	No cambia a otro fondo de escenario	El cambio de fondo de escenario y la apariencia de los personajes no es coherente	Cambia bien el fondo de escenario y la apariencia de los personajes es coherente	Cambia bien el fondo de escenario y la apariencia de los personajes es coherente y responde a las preguntas