

# APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA METODOLOGÍA DE PROGRAMACIÓN VISUAL PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS MATEMÁTICAS

**A. Martínez-Zarzuelo**, Depto. de Didáctica de las Matemáticas, Facultad de Educación, Universidad Complutense de Madrid (Madrid)

**J. M. Rodríguez-Mantilla**, Depto. de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación, Facultad de Educación, Universidad Complutense de Madrid (Madrid)

**E. Roanes-Lozano**, Depto. de Álgebra, Facultad de Educación, Universidad Complutense de Madrid (Madrid)

**M.J. Fernández-Díaz**, Depto. de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación, Facultad de Educación, Universidad Complutense de Madrid (Madrid)

**J. Cujó-Arenas**, Depto. de Didáctica de las Matemáticas, Facultad de Educación, Universidad Complutense de Madrid (Madrid)

## RESUMEN.

El uso de la programación visual en metodología docente es un aspecto novedoso de especial interés en el ámbito educativo actual. Más concretamente, pensamos que la utilización del lenguaje de programación Scratch puede contribuir positivamente, entre otros aspectos, al desarrollo de competencias matemáticas. Por este motivo se ha procedido, en el trabajo que aquí se presenta, al diseño, aplicación y evaluación de una metodología docente de programación visual mediante lenguaje Scratch. Ello se ha desarrollado en el contexto de la formación de maestros de Educación Primaria, buscando, además de la adquisición de competencias matemáticas, el conocimiento de nuevas metodologías para su futuro como docentes.

**Nivel educativo:** Educación superior. Formación de maestros de Educación Primaria.

## 1. INTRODUCCIÓN.

Actualmente, el uso de recursos TIC en las aulas resulta, en muchas ocasiones, poco novedoso. Son muchos centros educativos los que disponen de pizarras digitales, salas de ordenadores, tablets para los alumnos, etc.

En relación con la enseñanza de las matemáticas se han llevado a cabo numerosas experiencias en metodología docente, pero, sin embargo, el uso de la programación visual supone una verdadera novedad en la aplicación de la programación informática como metodología docente, colocándose a la

vanguardia del uso de recursos tecnológicos aplicados al ámbito educativo. Así, por ejemplo, el uso del lenguaje de programación Scratch<sup>1</sup> (Marji, 2014; Nagle, 2014; Warner, 2014; McManus, 2013; Maloney, Resnick, Rusk, Silverman & Eastmond, 2010; Resnick et al., 2009) se considera de especial interés, entre otros aspectos, para el desarrollo de competencias matemáticas. Su carácter intuitivo permite, además, aplicar metodologías innovadoras en diversos niveles educativos.

En este contexto se ha realizado el trabajo que aquí se resume cuyo principal objetivo es aplicar y evaluar una metodología actual e innovadora de programación visual mediante lenguaje Scratch al desarrollo de competencias matemáticas y, consecuentemente, al desarrollo de competencias digitales. La aplicación y evaluación de esta metodología se ha realizado en la formación de maestros de Educación Primaria, concretamente en el Grado de Maestro en Educación Primaria de la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid.

## 2. DESARROLLO.

Para cumplir con el objetivo propuesto se ha diseñado, en primer lugar, una metodología docente basada en el uso del lenguaje de programación Scratch, procediendo, en segundo lugar, a la aplicación y evaluación de la eficacia y grado de satisfacción de la misma.

### 2.1. METODOLOGÍA.

La metodología propuesta se centra principalmente en el trabajo activo del alumnado, tratando de fomentar su participación, tanto en la resolución de cuestiones que se plantean, como en su corrección. Así, una sesión de enseñanza se desarrolla en las siguientes fases:

- Introducción de nuevos conceptos por parte del profesor. En esta fase el docente trata continuamente de plantear interrogantes con objeto de motivar y mantener la atención de los alumnos. Estos deben pensar y tratar de resolver mentalmente en el momento las cuestiones planteadas, de forma que participen activamente en clase.
- Planteamiento de un problema o cuestión a resolver por los alumnos.
- Tiempo para resolver el problema o cuestión planteada de forma individual o en equipo con el ordenador.
- Corrección por un alumno voluntario, mediante explicación en la pizarra o en el ordenador del profesor, de modo que se proyecte el proceso en pantalla, resultando visible para el resto de sus compañeros.

Además del diseño de esta metodología docente mediante el lenguaje Scratch, se ha elaborado una guía de actividades<sup>2</sup> para la enseñanza de este lenguaje. Concretamente, esta guía contiene una secuencia de actividades y ejercicios para

<sup>1</sup> <https://scratch.mit.edu>

<sup>2</sup> La guía de actividades está accesible libremente en:  
[http://www.ucm.es/info/secdealg/ApuntesLogo/INF\\_MATN\\_Scratch15-16\\_v7.pdf](http://www.ucm.es/info/secdealg/ApuntesLogo/INF_MATN_Scratch15-16_v7.pdf)

ser desarrollados secuencialmente con Scratch. Esta guía está pensada para un usuario principiante y es autocontenido. Se centra especialmente en introducir la *Geometría de la Tortuga* y en enseñar a programar en este lenguaje de una forma incremental. Se ha dividido en siete bloques diferentes: Primeras órdenes; Iniciación a la geometría de la tortuga; Procedimientos y subprocedimientos; Procedimientos con entradas (variables); Operaciones; Coordenadas y rumbo y Condicionales y operaciones lógicas.

## 2.2. APPLICACIÓN.

La metodología diseñada se ha aplicado a un grupo experimental de alumnos del Grado de Maestro en Educación Primaria de la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid. Concretamente a un grupo de alumnos de la asignatura optativa *TIC para Matemáticas en Primaria* del segundo curso de este grado. La metodología se ha aplicado a este grupo de alumnos durante un período de tiempo de un mes dentro del primer cuatrimestre del curso 2015-2016 a razón de tres horas por semana.

## 2.3. EVALUACIÓN.

### 2.3.1 Diseño de la evaluación.

El diseño de la evaluación se enmarca dentro de estudios de tipo descriptivo de corte cuasi-experimental, aplicado a dos grupos (experimental y de control), con postest.

### 2.3.2 Definición de la muestra.

La muestra empleada para este trabajo ha estado formada por un grupo experimental y un grupo de control. El grupo experimental ha estado compuesto por 51 alumnos de la asignatura de carácter optativo *TIC para Matemáticas en Primaria* del segundo curso del Grado de Maestro en Educación Primaria. Por otro lado, el grupo de control ha estado constituido por 60 alumnos de la asignatura de carácter obligatorio *Matemáticas y su Didáctica I* del segundo curso del mismo grado. Ello ha dado lugar a una muestra total de 111 alumnos del Grado de Maestro en Educación Primaria de la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid.

### 2.3.3 Elaboración de los instrumentos de evaluación.

Para la evaluación de resultados de la aplicación de la metodología propuesta sobre el lenguaje de programación Scratch se han elaborado dos instrumentos para evaluar el rendimiento y la satisfacción de los alumnos.

La prueba de rendimiento ha medido el grado de conocimientos matemáticos y el grado de conocimientos del lenguaje Scratch que poseen los alumnos sobre los que se ha aplicado. Para la elaboración de esta prueba se han identificado, en primer lugar, los contenidos de la etapa de Educación Primaria más apropiados para una metodología de programación visual de entre los establecidos en el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria (Real Decreto 126/2014, 2014). Además de estos contenidos se han considerado los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables asociados a los mismos.

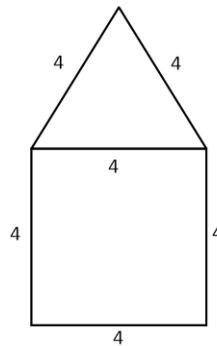
Esta evaluación de rendimiento ha consistido en una prueba objetiva, con cuatro opciones y única respuesta correcta, donde diez ítems han correspondido a la evaluación de conocimientos matemáticos y diez ítems para la evaluación de conocimientos sobre el lenguaje Scratch. Cabe destacar que ambos bloques de ítems se han diseñado de forma que estén relacionados ítem a ítem en el sentido de que cada ítem de matemáticas tiene su análogo en la parte evaluativa de Scratch (Figura 1). De esta manera se ha conseguido la evaluación del tratamiento de un determinado concepto matemático con y sin ayuda del lenguaje Scratch.

¿Cuál es el perímetro de la figura resultante del siguiente procedimiento?



- a) 14; b) 18; c) 20; d) 10

¿Cuál es el perímetro de la siguiente figura?



- a) 24; b) 20; c) 16; d) 28

Figura 1. Dos ítems análogos sobre conocimientos matemáticos y conocimientos del lenguaje Scratch de la prueba de rendimiento elaborada.

Respecto a la satisfacción se ha elaborado un instrumento de 32 ítems con escala tipo Likert de 0 a 4, para evaluar la satisfacción en relación con el propio lenguaje de programación y la metodología empleada. En su estructura se han contemplado aspectos relacionados con el nivel de motivación, interés y actitud que generó el uso de la misma, así como los aspectos que podía desarrollar en el alumno, tales como autonomía, creatividad, participación activa, etc. Por otra parte, se han incluido elementos de valoración del propio lenguaje Scratch, como la facilidad de comprensión, el manejo, el entorno gráfico que utiliza, la suficiencia y adecuación de las actividades realizadas, su actitud hacia el uso de este lenguaje en la enseñanza de la geometría cuando el alumno ejerza su labor como profesor de Primaria, etc. Finalmente, la escala ha valorado la satisfacción con distintos componentes de Scratch y la eficacia percibida en términos de lo aprendido y de su utilidad.

### 2.3.4 Análisis de datos e interpretación de resultados.

Respecto a la validez y fiabilidad de la escala de actitudes y satisfacción el instrumento elaborado mostró niveles altamente satisfactorios en su nivel de fiabilidad (alpha de Cronbach = 0,932), así como en su validez de constructo,

donde el análisis factorial exploratorio mostró la existencia de 5 factores, coherentes con el diseño teórico del instrumento.

Para el análisis de los datos considerados en este trabajo se llevaron a cabo análisis descriptivos, diferenciales y correlacionales, además de un análisis clúster.

Se realizaron estudios descriptivos de la escala de actitudes y satisfacción del grupo experimental. Estos mostraron valoraciones altas en la mayoría de los ítems, por lo que, en términos generales, esto quiere decir que los alumnos valoraron como positiva, útil y motivadora la utilización de Scratch en las clases. Concretamente se obtuvo una media global en satisfacción de 94,42, en una escala de 0 a 128. De igual modo, el grupo experimental obtuvo una media de 5,84 en Scratch y de 5,39 en matemáticas. Mientras que el grupo de control obtuvo un promedio de 4,43 en matemáticas.

En este sentido, los estudios diferenciales mostraron que esta diferencia en matemáticas, entre el grupo de control y el experimental, fue significativa ( $p<0,01$ ). En concreto, un análisis pormenorizado de los ítems de la prueba de evaluación de matemáticas reflejó que, principalmente, las diferencias entre ambos grupos se encontraron en los ítems referidos a: giros y simetrías en el espacio respecto a rectas; intersección de figuras planas, circunferencia y círculo; tipología/clasificación de triángulos; y proporcionalidad en figuras planas.

Respecto al análisis de correlación entre los resultados en matemáticas y en Scratch obtenidos por los alumnos del grupo experimental, el coeficiente de Pearson mostró un valor alto, positivo y significativo (de 0,724), por lo que se puede afirmar que existe una correlación entre ambas variables.

Finalmente, con el objeto de identificar perfiles de estudiantes en la muestra de alumnos del grupo experimental, se realizó un análisis clúster por el método de K medias, obteniendo como resultado 3 conglomerados o grupos de alumnos. Un primer grupo, formado por una minoría de estudiantes, presentó puntuaciones muy bajas en matemáticas y Scratch y unas actitudes negativas y baja satisfacción hacia la metodología recibida. Otra minoría de estudiantes configuró el conglomerado de alumnos de alto rendimiento en Scratch y en matemáticas, presentando niveles medios-altos en satisfacción y en actitudes hacia la metodología. Por último, la mayor parte del grupo experimental presentó un nivel intermedio en el rendimiento en Scratch y en matemáticas y altas puntuaciones en satisfacción y actitudes hacia el uso de Scratch.

## CONCLUSIONES.

En relación directa con el objetivo planteado para este estudio, se han obtenido conclusiones verdaderamente interesantes.

En primer lugar se ha diseñado y aplicado de forma satisfactoria una metodología actual e innovadora de programación visual mediante lenguaje Scratch para el desarrollo de competencias matemáticas.

Respecto a su evaluación se ha concluido, en términos generales, cómo los alumnos del grupo experimental mostraron una actitud positiva hacia la utilización del lenguaje Scratch como recurso metodológico para abordar los contenidos matemáticos. Además, el grupo experimental presentó un nivel significativamente más alto en matemáticas respecto al grupo de control, por lo

que parece que la metodología con Scratch diseñada y aplicada al grupo experimental pudo influir de forma positiva en el rendimiento matemático de dicho grupo de alumnos. Por otro lado, respecto a la relación entre los resultados obtenidos en matemáticas y en Scratch, se ha concluido que los alumnos del grupo experimental con puntuaciones más altas en Scratch, obtuvieron puntuaciones más altas en matemáticas. Además, en relación con la identificación de perfiles en el alumnado, resulta interesante el poder concluir que la experiencia con la metodología basada en Scratch ha sido especialmente motivadora para alumnos con rendimiento intermedio en Scratch y matemáticas.

Junto con las conclusiones anteriores relativas al análisis de los datos obtenidos, se destacan productos importantes de este trabajo tales como la guía de actividades elaborada para la enseñanza del lenguaje Scratch, y el instrumento de evaluación de actitudes y satisfacción de los alumnos sobre la metodología diseñada y aplicada. La validez y fiabilidad de este último han quedado, además, demostradas a través del análisis de fiabilidad del instrumento y del análisis factorial exploratorio llevado a cabo.

## REFERENCIAS.

- MALONEY, J., RESNICK, M., RUSK, N., SILVERMAN, B. & EASTMOND, E. (2010). The scratch programming language and environment. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 10(4), 16.
- MARJI, M. (2014). *Learn to Program with Scratch: A Visual Introduction to Programming with Games, Art, Science, and Math*. No Starch Press.
- MCMANUS, S. (2013). *Scratch programming in easy steps: covers Versions 2.0 and 1.4*. In Easy Steps Limited.
- NAGLE, J. (2014). *Getting to Know Scratch*. The Rosen Publishing Group.
- REAL DECRETO por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria (Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero). Boletín Oficial del Estado, nº 52, 2014, 1 de marzo.
- RESNICK, M., MALONEY, J., MONROY-HERNÁNDEZ, A., RUSK, N., EASTMOND, E., BRENNAN, K., MILLNER, A., ROSENBAUM, E., SILVER, J., SILVERMAN, B. & Kafai, Y. (2009). Scratch: programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67.
- WARNER, T. L. (2014). *Scratch 2.0 Sams Teach Yourself in 24 Hours*. Sams Publishing.