

4

La robótica en la enseñanza de las ciencias en primaria, una experiencia con Bee-Bot

Robotics in primary science education, an experience with Bee-Bot

Amparo Hurtado Soler¹

Natalia Santamaría Pérís²

RESUMEN

La robótica en las aulas es un recurso educativo interdisciplinar que ofrece la oportunidad de trabajar de forma integrada contenidos del ámbito STEM, al tiempo que promueve el desarrollo de la creatividad y de las competencias digitales. El presente estudio tiene como finalidad averiguar si el uso de los robots educativos favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje de ciencias naturales en Educación Primaria. La investigación se ha llevado a cabo en una muestra de 22 estudiantes de segundo curso de primaria mediante la aplicación de cuestionarios semi-cuantitativos *ad hoc* en los que se han valorado las posibilidades didácticas del robot Bee-Bot en la enseñanza del contenido de los ecosistemas y su efecto sobre la motivación y el clima del aula. Los resultados muestran que la incorporación del robot en el proceso de enseñanza ha favorecido la mejora del aprendizaje y el interés del alumnado por los contenidos de ciencias.

PALABRAS CLAVE

Robótica Educativa, Educación Primaria, Ciencias, Motivación, STEM.

1 Profesora C. Dra. de Didáctica Ciencias Experimentales y Sociales, Universitat de València. Email: amparo.hurtado@uv.es

2 Titulada en Máster de Didácticas Específicas, Universitat de València. Email: nasanpe@alumni.uv.es

ABSTRACT

Robotics in the classroom is an interdisciplinary educational resource that offers the opportunity to work in an integrated way STEM content, while promoting the development of creativity and digital competencies. The objective is to find if the use of educational robots encourages the teaching-learning process of natural sciences in Primary School. The research has been carried out in a sample of 22 students in the second year of primary school through the application of semi-quantitative questionnaires ad hoc and have been valued the didactic possibilities of the Bee-Bot robot in the teaching of ecosystem content and its effect on the motivation and climate of the classroom. The results show that the inclusion of the robot in the teaching process has favored the improvement of student learning and interest in science content.

KEY WORDS

Educational robotics, Primary School, Science, Motivation, STEM

INTRODUCCIÓN

Actualmente el uso de dispositivos electrónicos como tabletas, smartphones u ordenadores está en el día a día de cada persona, especialmente de los niños y niñas. Por ello ¿por qué no introducir todos estos elementos en la educación?

El uso de instrumentos y actividades tecnológicas se ha visto incrementado en las aulas estos últimos años, en concreto, el uso de robots educativos ha crecido de forma muy acentuada. En educación, esta metodología mejora el desarrollo de habilidades digitales y comunicativas y se convierte en la base de la creatividad y la innovación favoreciendo la adquisición de las competencias y el aprendizaje. No obstante, algunos estudios demuestran que la tecnología educativa no se ha incorporado de forma efectiva en el aula (Domingo y Marqués, 2011). Por ello, el hecho de utilizar actividades y recursos TIC en las aulas continúa siendo un reto para los docentes y es importante investigar en este campo para abrir las puertas a nuevos métodos para un uso optimizado y efectivo de los robots educativos en el ámbito educativo.

Desde el punto de vista de las ciencias experimentales el uso de robots no es muy habitual. Es común la utilización de recursos y actividades TIC en las aulas como simulaciones de experimentos o cambios de estado, pero la utilización de un robot en concreto para trabajar un contenido de la asignatura no es frecuente (Zapata 2015). Por ello, es importante investigar en el campo e incentivar la utilización de la robótica para mejorar y lograr con ello actividades positivas hacia las ciencias.

A partir de esta situación, el presente estudio pretende averiguar si la utilización del robot Bee-Bot puede mejorar el aprendizaje y favorecer el interés del alumnado por las ciencias naturales. Para resolver esta cuestión, se realiza una intervención didáctica basada en el uso del robot y se compara con una metodología más tradicional basada en la exposición de los contenidos sin la utilización del robot educativo.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Actualmente la sociedad se encuentra en una “era digital” o “era de la información”, la cual según ICT Literacy Panel (2002) se considera como una constante digitalización de la sociedad, que hace que el día a día de las vidas de los individuos se transforme. Según Dede (2007), esta era viene caracterizada por la aparición de las herramientas digitales, desde ordenadores personales hasta dispositivos móviles táctiles inteligentes, que se han convertido en una de las herramientas indispensables en la vida de los ciudadanos.

Es por ello que las tecnologías de la información y la comunicación son uno de los aspectos más utilizados y desarrollados en la sociedad. Según Domingo y Marqués (2011), las TIC se están convirtiendo en uno de los factores más eficientes dentro del cambio social. Por lo tanto, en el mundo educativo deben ser un recurso más a la hora de trabajar con el alumnado e incorporarlas en el día a día de las clases en el aula. Así, según Hurtado, Ramírez, Talavera y Cantó (2015), los avances tecnológicos y sociales han cambiado de forma significativa los sistemas educativos, exigiendo nuevos recursos y metodologías en la escuela.

En el ámbito educativo hay que tener en cuenta que el alumnado debe disponer de un conocimiento básico para el desarrollo de la competencia digital definido en el Marco Común de Competencia Digital (INTEF, 2017). La competencia digital es una de las 8 competencias clave (Competencia

Clave 3) que cualquier joven debe haber desarrollado al finalizar la enseñanza obligatoria para poder incorporarse a la vida adulta de manera satisfactoria y ser capaz de desarrollar un aprendizaje permanente a lo largo de la vida, según las indicaciones del Parlamento Europeo sobre competencias clave para el aprendizaje permanente y de la LOMCE (Dirección General de Educación y Cultura, 2007). Esta competencia implica el uso crítico y seguro de las Tecnologías de la Sociedad de la Información para el trabajo, el tiempo libre y la comunicación. Apoyándose en habilidades TIC básicas: uso de ordenadores para recuperar, evaluar, almacenar, producir, presentar e intercambiar información, y para comunicar y participar en redes de colaboración a través de internet, la competencia digital aborda diferentes ámbitos: información, comunicación, creación de contenidos, seguridad y resolución de problemas.

Robótica educativa

El concepto de robótica pedagógica surge tras el pensamiento de la posible utilización didáctica de los robots. Según Vivet (1968) “la robótica educativa es la actividad de concepción, creación y puesta en funcionamiento, con fines pedagógicos, de objetos tecnológicos que son reproducciones reducidas, muy fieles y significativas, de los procesos y herramientas robóticas que son usados cotidianamente, sobre todo en el medio industrial”. Así mismo, Monsalves (2011) y Ruiz-Velasco (2007) consideran que se trata de una disciplina cuyo objetivo es generar un conocimiento heurístico mediante la aparición de entornos de aprendizaje adecuados, poniendo el foco de atención en la participación activa de los estudiantes mientras programan el robot. De una forma más definida, Misirili y Komis (2014) defienden que la robótica educativa se utiliza para establecer un plan en concreto, organizarlo y buscar la solución al problema establecido.

La robótica educativa plantea una serie de beneficios que es importante resaltar. Según Pérez (2006), facilita el proceso de aprendizaje en diferentes niveles de la educación, desde etapas muy tempranas (infantil y primaria), favoreciendo ciertas áreas del proceso cognitivo y del lenguaje usando elementos y materiales que despiertan el interés y la motivación hacia aquel contenido que se les quiere enseñar. Además, Ghitis y Alba (2014) consideran a la robótica como un recurso para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje y desarrollar habilidades generales como la creatividad, la socialización y la iniciativa a la hora de aportar ideas. Igualmente establecen que la robótica pretende despertar el interés y la curiosidad de los estudiantes por contenidos trabajados en clase, consiguiendo así facilitar la comprensión de conceptos y fenómenos.

La introducción de la robótica educativa en las etapas tempranas fomenta, la adquisición de conocimientos y habilidades en los discentes de una forma lúdica, basándose en la interacción entre el estudiante y sus compañeros, las relaciones sociales, la creatividad y el trabajo colaborativo y cooperativo (Da Silva y González, 2017). De este modo, se logra una adquisición de destrezas digitales y desarrollo del pensamiento computacional y lógico proporcionando un aprendizaje significativo, basado en la unión de la experiencia del estudiante junto con sus necesidades a la hora de adquirir nuevos conocimientos.

La incorporación de la robótica educativa en el aula de Primaria permite abordar el aprendizaje de las ciencias desde el enfoque STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) al trabajar los objetivos de la Competencia Clave 2: competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, desde una perspectiva transversal, interdisciplinar y holístico, promoviendo una metodología científica de construcción del conocimiento de forma práctica y motivadora (Viegas y Villalba, 2017). De esta forma, mediante el aprendizaje con robots educativos se

adquiere una mejora en la capacidad de resolver problemas del mundo real ya que el problema a resolver se encuentra relacionado con los intereses y las necesidades del alumnado. Este es un aprendizaje por conexión e interacción con la realidad física consiguiendo un aprendizaje auténtico y comprensivo, gracias a la utilización de recursos que son muy cotidianos en la vida real.

La enseñanza de las ciencias y el pensamiento computacional

En el ámbito de las ciencias naturales, Sáez y Ruiz (2014) afirman que la enseñanza del medio natural, cultural y social en educación primaria, hoy en día tiene una mayor cantidad de ventajas con respecto a hace unas décadas, gracias a la cantidad de posibilidades que ofrecen las TIC. Los autores defienden que éstas aportan una mejora a la capacidad de generación de pensamiento crítico, ya que los alumnos no perciben las cosas aisladas, sino de una forma unida y globalizada. Ello es debido a que las TIC son un elemento generalizador y multidisciplinar, que incluye, en la medida de lo posible, contenidos y habilidades de las distintas áreas del conocimiento.

Por otra parte, Cabero (2006; 2015) considera que las nuevas tecnologías pueden aportar un entorno óptimo de enseñanza-aprendizaje, tanto para los estudiantes como para los docentes. El autor defiende que éstas aportan unas características significativas dentro de entornos y específicos ideales para el aprendizaje. Entre los beneficios más destacados del uso de las TIC en las aulas encontramos:

- Eliminación de barreras espacio temporales.
- Elemento facilitador del trabajo colaborativo y autoaprendizaje.
- Potenciación de la interactividad y la flexibilidad en el aula.
- Facilitación de la comprensión.
- Mejora de la atención y la motivación y, por tanto, la participación e implicación de los discentes.
- Desarrollo de la creatividad.
- Generación de correcciones colectivas.
- Contextualización de las actividades y gestión de la diversidad.

Según Sáez y Cózar (2017), el pensamiento computacional consiste en la formulación de problemas mediante el uso de una herramienta tecnológica o digital que permita la creación de una ayuda para resolverlos, así como organizar y analizar los datos de manera lógica, a través de abstracciones, la automatización de las soluciones, el establecimiento de las posibles soluciones que existan, la combinación lo más eficaz posible de los distintos pasos para resolver el problema y recursos disponibles y, finalmente, la aplicación de esas soluciones. Utilizar el pensamiento computacional permite la resolución de problemas complejos de una manera útil, inteligente, creativa y colaborativa, dado que los elementos que se utilizan para resolver esos problemas tratan de cuestiones y características propias de la vida cotidiana, que les permiten comunicarse e interactuar con el entorno de una forma más eficaz y productiva (Wing, 2006; Basogain, Olabe y Olabe, 2015).

METODOLOGÍA Y DESARROLLO DE LA INTERVENCIÓN

En función del objetivo planteado se realizó un diseño experimental que comprendía la comparación entre un grupo control y un grupo experimental de los resultados de un test específico para analizar si el uso del robot Bee-bot fomenta o mejora el aprendizaje de contenidos de la asignatura de ciencias y si tenía un efecto positivo sobre la motivación del alumnado. Para el análisis de la intervención se utilizó un instrumento basado en el diseño y validación de dos cuestionarios, uno de ellos constituido por preguntas abiertas cuyos resultados fueron analizados mediante la categorización en las respuestas y otro cuestionario con preguntas tipo test. Por otra parte se analizaron los resultados de las actividades diseñadas en la intervención. Estas actividades han formado parte de la evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje de la materia y de la valoración de la mejora del aprendizaje con la aplicación del robot Bee-bot.

Contexto de aplicación y participantes

Los participantes en el estudio fueron 22 alumnos/as de segundo curso de primaria, de los cuales, 11 fueron niñas y 11 niños de entre 7-8 años de edad. Los alumnos estaban distribuidos en dos clases/grupos diferentes por lo que se proyectaron dos intervenciones diferenciadas estableciéndose un grupo control y un grupo experimental (Tabla 1). En el grupo experimental se llevó a cabo la intervención con el robot Bee-Bot para introducir el tema mientras que en el grupo control se utilizó una metodología tradicional mediante explicaciones magistrales del contenido. Hay que destacar que trata de un estudio de caso que se ha llevado a cabo en un centro educativo con unas características propias y específicas entre las que se incluyen algunas de carácter demográficas y socioeconómicas singulares (población menor a 20.000 habitantes y nivel socioeconómico elevado).

Tabla 1. Organización del estudio y participantes

	Alumnos	Alumnas	Total
Grupo control	5	6	11
Grupo experimental	6	5	11
Total	11	11	22

Fuente: Elaboración propia

El tema seleccionado para el desarrollo de la intervención fue “los ecosistemas”. Para ello se elaboró un material didáctico consistente en un tablero de juego con unas dimensiones de 4x4 metros con un total de 16 casillas en las que se dispusieron diferentes elementos relacionados con los ecosistemas. En cinco casillas se encontraban imágenes de diferentes hábitats (bosque, desierto, río, océano y cielo) mientras que en las otras diez casillas se ubicaron animales representativos de estos ecosistemas (dos animales por cada ecosistema) y finalmente la casilla de salida en la que se colocó el robot Bee-bot (Figura 1).

Mediante el diseño de este tablero de juego se trabajaron los contenidos de ciencias naturales específicos del tema de “ecosistemas” y otros contenidos transversales como el desarrollo del pensamiento computacional mediante el uso del robot, la valoración y cuidado del material, el trabajo cooperativo y el respeto entre compañeros.

Figura 1. Tablero de juego “Los ecosistemas” con Bee-Bot



Fuente: Elaboración propia

La organización de la intervención se estableció en tres fases: actividad inicial enfocada a la explicitación de ideas previas y a la valoración de la motivación del alumnado hacia el uso de robots en el aula, una fase de construcción del conocimiento durante la cual se llevó a cabo la aplicación del robot Bee-Bot y la explicación de los contenidos y una fase final para aplicar y evaluar los aprendizajes conseguidos mediante la intervención realizada. En la Tabla 2 se describe la organización de la secuencia de la intervención, así como los instrumentos de análisis [actividades y cuestionarios] poniendo énfasis en los objetivos de cada actividad y el grupo [experimental y/o control] en el que se implementó.

En ambos grupos [control y experimental] la intervención se inició mediante una lluvia de ideas (A1) y un posterior debate en el aula en la que el profesor/a cumplimentó una plantilla de evaluación de ideas previas con los comentarios de los estudiantes para una valoración individualizada de los conocimientos iniciales. Para ello se plantearon cuestiones básicas sobre el contenido del tema “ecosistemas”. Estas cuestiones se plantearon en relación al cuestionario de aprendizaje respondiendo a los ítems de los criterios de evaluación establecidos en el currículum. Las diferentes respuestas se agruparon y se anotaron en una plantilla distinguiendo tres niveles de conocimiento (no conoce, conoce de forma parcial, conoce) y la dificultad detectada. A partir de esta plantilla se inició el debate sobre el contenido del tema y se diagnosticaron las necesidades formativas de los estudiantes en el contenido de la materia y las dificultades o errores conceptuales preexistentes.

La actividad [A1] corresponde al pre-test de este estudio que sirvió para diseñar la unidad de intervención y poner a punto los materiales didácticos (unidad didáctica, instrucciones y tablero de juego).

Tabla 2. Organización de la intervención, instrumentos y relación con los objetivos del estudio.

Fase Intervención	Instrumento	Objetivo de la actividad	Grupo en los que se realiza
<i>Inicial (pre intervención)</i>	Lluvia de ideas y debate Plantilla análisis (A1)	Conocimientos previos del concepto y características de los ecosistemas Detección de errores conceptuales	Ambos grupos
	Cuestionario motivación (C1)	Conocer el interés y la experiencia previa del alumnado en el uso de robots	Experimental
<i>Desarrollo</i>	Implementación de la propuesta didáctica de “ecosistemas” con Bee-Bot Explicación + Aplicación del tablero de juego	Construcción y estructuración del conocimiento sobre el tema. Mejora del aprendizaje y de la motivación	Experimental
	Enseñanza del tema “ecosistemas” sin robot. Explicación contenidos (lección magistral)	Construcción y estructuración del conocimiento	Control
<i>Final (Post intervención)</i>	Cuestionario aprendizaje (C2)	Evaluación del conocimiento adquirido Valoración del uso de Bee-bot	Ambos grupos

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, en el grupo experimental se implementó el cuestionario de motivación (C1) para conocer si el alumnado que participaba en la actividad con Bee-Bot había tenido alguna experiencia previa en el uso de robots educativos y si mostraban interés en su utilización. Este cuestionario sirvió como información complementaria para el análisis final y la discusión de posibles dificultades debidas a la motivación intrínseca hacia la robótica educativa por parte del alumnado.

En una segunda etapa se llevó a cabo la implementación de la unidad didáctica y del juego. Durante la fase de desarrollo se llevó a cabo de forma diferencial la enseñanza del contenido del tema “ecosistemas” en el grupo experimental y en el grupo control. En ambos casos se inició mediante la exposición por parte del profesorado de los contenidos del tema. En el grupo experimental, esta exposición se realizó de forma verbal con el apoyo de las imágenes del tablero de juego, tras la cual se llevó a cabo la actividad con el robot Bee-Bot. En el caso del grupo control la explicación del contenido se realizó de forma oral con diapositivas realizadas con Power Point y la ayuda de algunas preguntas a los estudiantes para mantener la atención.

Por último en la fase final se valoró el aprendizaje del alumnado (pos-test) mediante la aplicación de un cuestionario de aprendizaje (C2) en el que se plantearon preguntas tipo test relacionadas con los contenidos del tema. Las preguntas se construyeron en consonancia con los ítems de evaluación y en relación con la actividad inicial (A1). Este cuestionario se implementó en ambos grupos y se compararon los resultados.

Diseño y validación de cuestionarios

El diseño y validación de los cuestionarios C1 y C2 se realizó en dos etapas. En una primera etapa el equipo diseñó y elaboró un borrador que fue enviado para su validación por un panel de expertos. El panel de expertos fue constituido por 10 profesores universitarios doctores de las áreas de didáctica de las ciencias experimentales y de didáctica de la matemática de las Universidades de Valencia(UV) y de Castellón (UJI). Tras el envío de los cuestionarios elaborados por el equipo, se obtuvieron 7 respuestas, de las cuales 5 pertenecientes a la UV (4 didáctica de ciencias experimentales y 1 didáctica de la matemática) y 2 pertenecientes a la UJI (1 didáctica de ciencias experimentales y 1 didáctica de la matemática). Estas sugerencias y/o correcciones emitidas por los expertos se incorporaron a los cuestionarios en una segunda etapa y se volvieron a enviar para su consenso definitivo.

El cuestionario motivacional (C1) constó de 8 preguntas relacionadas con el uso previo del robot para conocer si el alumnado participante disponía de experiencia previa con este instrumento de enseñanza y conocer el grado de interés y motivación del alumnado hacia su uso (Tabla 3).

Tabla 3. Cuestionario motivacional (C1)

1. ¿Sabes que es un robot educativo? Explícamelo con tus propias palabras.
2. ¿Has usado robots alguna vez en clase? ¿Cómo era? ¿Te acuerdas en que curso lo has usado?
3. Si has usado robots en el aula, ¿en qué asignatura los has utilizado?
4. ¿Te gustaría trabajar con robots en clase durante este curso? ¿Por qué?
5. ¿Qué te gustaría hacer con los robots en clase?
6. ¿Te gustan los videojuegos? ¿Por qué?
7. ¿Juegas a videojuegos en casa? ¿A cuáles?
8. Si has respondido que si, ¿durante cuántas horas juegas? ¿Y qué días juegas?

Fuente: elaboración propia

El cuestionario aprendizaje (C2) se introdujo al finalizar la fase de desarrollo para averiguar si el alumnado había comprendido los contenidos y realizado una transferencia correcta de conocimientos. Este cuestionario constó de 10 preguntas en la que se abordaron aspectos relacionados con las características y animales que habitan los ecosistemas (Tabla 4.)

Tabla 4. Cuestionario Aprendizaje (C2)

1. ¿Qué características tiene un bosque?
 - Temperaturas elevadas y pocas lluvias.
 - Muchos árboles, diversidad de flora y fauna terrestre.
 - Fauna acuática

2. ¿Qué características tiene un desierto?

- Temperaturas elevadas y pocas lluvias.
- Muchos árboles, diversidad de flora y fauna terrestre.
- Fauna acuática

3. ¿Qué tipo de agua hay en los océanos?

- Agua dulce.
- Agua salada.

4. ¿Qué tipo de agua hay en los ríos?

- Agua dulce.
- Agua salada.

5. Colorea los animales aéreos.

- | | | | | |
|-----------|-------------|----------|----------|-----------|
| - Castor | - Sardina | - Paloma | - Oso | - Ciervo |
| - Camello | - Escorpión | - Delfín | - Águila | - Tiburón |

6. Colorea los animales del océano.

- | | | | | |
|-----------|-------------|----------|----------|-----------|
| - Castor | -Sardina | - Paloma | - Oso | - Ciervo |
| - Camello | - Escorpión | - Delfín | - Águila | - Tiburón |

7. Colorea los animales del río.

- | | | | | |
|-----------|-------------|----------|----------|-----------|
| - Castor | - Sardina | - Paloma | - Oso | - Ciervo |
| - Camello | - Escorpión | - Delfín | - Águila | - Tiburón |

8. Colorea los animales del bosque.

- | | | | | |
|-----------|-------------|----------|----------|-----------|
| - Castor | - Sardina | - Paloma | - Oso | - Ciervo |
| - Camello | - Escorpión | - Delfín | - Águila | - Tiburón |

9. Colorea los animales del desierto.

- | | | | | |
|-----------|-------------|----------|----------|-----------|
| - Castor | - Sardina | - Paloma | - Oso | - Ciervo |
| - Camello | - Escorpión | - Delfín | - Águila | - Tiburón |

10. ¿Qué características tiene un hábitat?

Fuente: Elaboración propia

Intervención con Bee-Bot

Durante el proceso de intervención se planteó la elaboración de una actividad utilizando el robot Bee-Bot junto a un panel de juego descrito con anterioridad. Este robot se trata de un recurso sencillo y básico en cuanto a su diseño y uso. El objetivo principal para su uso es programarlo mediante una serie de órdenes, que se realizan a través de unas flechas que el robot tiene en la parte superior. Cada uno de los botones corresponde a un bloque de programación, al pulsar una serie de instrucciones de forma correlativa, el robot almacena la orden y al pulsar la tecla "GO", realiza el recorrido.

La actividad se realizó en el aula del laboratorio distribuyendo a los 11 alumnos participantes del grupo experimental en dos subgrupos, de 6 y 5 integrantes respectivamente. Mientras uno de los subgrupos realizaba la actividad, el resto se mantenía en la clase con la tutora del curso realizando otras tareas. De este modo todos los participantes podían seguir la actividad de forma óptima y moverse con facilidad alrededor del tablero que se dispuso en el centro del aula/

laboratorio con las sillas y mesas retiradas. Se siguieron una serie de normas de actuación para que todos los participantes pudieran interactuar con el robot.

En la introducción del contenido se explicaron las características de los hábitats y los animales que los componen apoyándose en los dibujos del tablero. Seguidamente se inició el juego mediante el que cada participante debía programar el robot para ir primero al ecosistema y después a los animales que lo habitan. Una vez establecida la relación entre el animal y el ecosistema debían nombrar sus características.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar describimos los resultados obtenidos en el cuestionario motivacional (C1) que se ha realizado únicamente en el grupo experimental durante la fase inicial (pre intervención). Las respuestas de este cuestionario ponen de manifiesto el interés del alumnado por el uso del robot en el aula y las destrezas tecnológicas iniciales que disponen. Cabe destacar que todos los participantes ya habían utilizado el robot Bee-Bot durante la etapa de educación infantil a los 5 años (P1). Sin embargo a pesar de que lo conocían y lo habían usado no fueron capaces de explicar cómo era y no pudieron describirlo. En las siguientes preguntas (P2 y P3) explicaron que el uso del robot se debió a la realización de un taller de educación europea que propuso el centro en el que se realizaron actividades con las TIC y que en éstas se incluía el uso del robot. De este modo se muestra que el uso del robot no es una práctica habitual en las clases diarias y que se circunscribe a la realización esporádica de actividades en el marco de talleres del centro que no tienen una transposición ni integración curricular. Durante el desarrollo de la actividad con el robot se puso de manifiesto que el alumnado no estaba familiarizado con el uso del robot y que mostraba alguna dificultad en su manejo. Ello pone de manifiesto que el uso de robots educativos no es una práctica habitual en el aula en consonancia con los descrito por Domingo y Marqués (2011) y Zapata (2015).

En cuanto a las preguntas P4 y P5 sobre si estaban interesados en utilizar el Bee-Bot en clase y que les gustaría hacer con el robot, los participantes ponen de manifiesto que en un 54.5 % si estarían interesados en utilizarlo mientras que el 45.5% no se mostraron interesados. Ello indica que antes de la actividad no existía un interés elevado por el uso del robot en el aula de forma que el diseño e implementación de la propia actividad debería incentivar y motivar al alumnado hacia el uso del robot en la enseñanza de contenidos de ciencias naturales. Llama la atención que al categorizar las respuestas positivas, la mayor parte de las respuestas (66.6%) relacionan al robot con un instrumento de ayuda para la realización de deberes y consideran que el uso de las tecnologías les puede ayudar en la realización de las tareas y trabajos. Por otra parte, un 33.3% se muestran interesados por realizar actividades de juego y programación con el robot. Las preguntas P6 a P8 hacen referencia al uso de los videojuegos en el ámbito educativo y familiar, de este modo pretendemos conocer si el alumnado utiliza las tecnologías en el ámbito lúdico y no solamente por su interés como facilitador de tareas. Los resultados muestran que a pesar de que el 72.7% de los estudiantes manifiestan su interés por los videojuegos y los consideran divertidos e interesantes por la superación de niveles de dificultad progresiva, su hábito de uso se centra en el fin de semana y lo relacionan casi siempre con el ocio. No obstante, al indicar los videojuegos que utilizan nombran el videojuego "Rincón de Luca" que utilizan en el aula de informática y en casa de forma que se percibe un interés por el aprendizaje mediante el juego ya que este videojuego les permite trabajar las matemáticas. Ello muestra una oportunidad para diseñar experiencias con el robot que traspase su uso del aula y pueda formar parte de las

actividades lúdicas que se desarrollan en casa y de este modo facilitar el desarrollo de destrezas tecnológicas y el pensamiento computacional.

El análisis de la actividad inicial (A1) nos ha permitido conocer el punto de partida de conocimientos previos que el alumnado tiene sobre el tema que se introduce en el estudio. Los resultados derivados de la plantilla de análisis realizada por el profesor/a durante la lluvia de ideas y el debate se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Resultados del análisis inicial derivado de la lluvia de ideas y debate

	Grupo Control			Grupo Experimental		
	Correcto	No correcto	Presenta dificultad	Correcto	No correcto	Presenta dificultad
Concepto Ecosistema	1	8	2	1	7	3
Características bosque	3	6	2	4	5	2
Características desierto	1	7	3	2	6	3
Diferenciación río y océano	1	5	5	0	6	5
Animales aéreos	4	7	0	6	5	0
Animales océano	2	7	2	3	4	4
Animales río	1	7	3	1	7	3
Animales bosque	4	3	4	4	4	3
Animales desierto	3	6	2	4	7	0

Fuente: Elaboración propia

En ambos grupos se observa que el conocimiento inicial sobre el tema “ecosistemas” es escaso y limitado tanto en relación al concepto como en las características y los animales que lo componen. Además presentan algunos errores conceptuales y/o confusiones de las características de los ecosistemas. De este modo, ambos grupos parten de un conocimiento similar y por tanto de la necesidad de trabajar el contenido para subsanar las confusiones y dificultades que se observan.

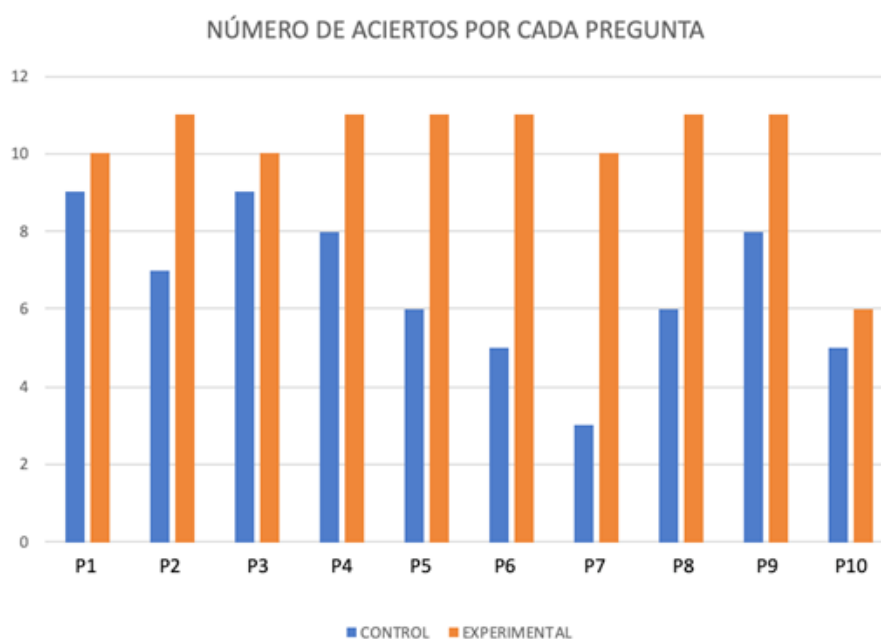
Al finalizar la intervención se evalúa la eficacia del proceso de enseñanza mediante el cuestionario de aprendizaje (C2) implementado en ambos grupos. Los resultados obtenidos muestran una mejora de la comprensión de los contenidos del tema mayor en el grupo experimental que en el grupo control en todas las preguntas del cuestionario (Figura 2).

Es evidente tras el análisis de esta gráfica los resultados muestran una clara diferencia entre el grupo control y el grupo experimental. Por un lado, en el grupo control se observa que en todas las preguntas hay algún estudiante que ha contestado erróneamente, mientras que en el grupo experimental al menos en 6 preguntas todos los estudiantes han contestado correctamente. Por otra parte, se puede observar que en las últimas preguntas hay un incremento de los aciertos en el experimental y una disminución de respuestas correctas en el control. Estas preguntas se corresponden con la asociación entre el ecosistema y el animal lo que indica que el uso del robot ha facilitado que el alumnado haya podido recordar mejor qué animal correspondía a cada hábitat, frente a quienes lo han trabajado a través de exposiciones magistrales.

En un análisis más detallado de las preguntas del cuestionario de aprendizaje (C2) se observa que el alumnado del grupo control tiene una mayor dificultad en reconocer las características del ecosistema del desierto frente al ecosistema de bosque y sobre los tipos de agua, hay mayor

confusión con el tipo de agua de los ríos que el de los océanos. Respecto a estos conceptos el grupo experimental obtuvo la máxima puntuación. En cuanto al establecimiento de la relación a los animales con su ecosistema destacamos que en todos los casos el grupo control obtuvo resultados erróneos siendo los animales del ecosistema río y océano los que mayor nivel de error mostraron en las respuestas. Sin embargo en el grupo experimental todas las respuestas fueron correctas. Ello pone de manifiesto que la actividad con el Bee-Bot permitió al alumnado comprender la relación entre el animal y el ecosistema correspondiente a través de las tareas de programación necesarias para que el robot realizase el recorrido entre el animal y el ecosistema. De este modo el pensamiento computacional contribuyó al aprendizajeal requerir de la comprensión del contenido necesaria para establecer las órdenes durante la programación y ejecución del robot.

Figura 2. Resultados de aprendizaje medidos por los aciertos en el cuestionario (C2)



Fuente: Elaboración propia

Sin embargo en los resultados de la última pregunta del cuestionario aprendizaje (C2_P10) ambos grupos respondieron con elevados porcentajes de error. Al tratarse de una pregunta abierta en la que se solicitaba que indicaran las características de un ecosistema sin especificar que ecosistemas consideramos que el alumnado tuvo dificultad al comprender el sentido de la pregunta por lo que debería ser redefinida en un posterior estudio.

Finalmente destacamos algunos aspectos cualitativos recogidos durante la intervención: Al inicio de la actividad todos los estudiantes mostraron interés por el robot, incluso aquellos que manifestaron su desinterés en el cuestionario motivacional (C1); La explicación del contenido fue facilitada por las ilustraciones del tablero de juego y promovió el interés del alumnado por los dibujos de forma que levantaban las manos para nombrar y relacionar los animales con los ecosistemas antes del inicio del juego al que se mostraron muy receptivos; las actitudes fueron proactivas y mostraron su deseo de jugar varias veces; algunos estudiantes tuvieron dificultades

al programar el robot y realizaron las acciones de forma progresiva, de una en una en lugar de programar la secuencia de órdenes completa observándose dificultades como el desplazamiento espacial o la diferenciación entre izquierda y derecha.

CONCLUSIONES

Es esencial que el aprendizaje del alumnado se emplace dentro del contexto para resolver las problemáticas del mundo real mediante la creatividad, es decir, innovando. Desde este enfoque surge el denominado ámbito STEM (Sciencia, Technology, Engineering and Mathematics,) como un modelo para la adquisición de competencias científico-tecnológicas. Este marco rompe los moldes en los que se establece la educación interrelacionando las diferentes áreas entre sí en proyectos basados en el aprendizaje, es decir, de manera transversal y multidisciplinar. La utilización de entornos de aprendizaje que incorporen herramientas tecnológicas junto con experiencias de la vida real y recursos que resulten familiares para los estudiantes, puede aportar una mejora significativa del aprendizaje en el aula. Es por ello que actividades que dispongan de alguna herramienta tecnológica ayuda a motivar e incentivar el interés de los estudiantes hacia la actividad, así como prepararlos para las habilidades y conocimientos que se requerirán en su futuro como discentes (Lombardini, 2007).

El uso de la robótica en el currículo escolar permite que los contenidos curriculares se enseñen de manera práctica, despertando curiosidad y promoviendo una metodología científica de construcción de conocimiento. El robot Bee-bot es un recurso que puede ayudar y que mejora de forma significativa el proceso de enseñanza aprendizaje en la asignatura de ciencias naturales a la hora de trabajar el contenido de los ecosistemas. Esto se confirma gracias a los resultados obtenidos en el cuestionario de aprendizaje, los cuales muestran una gran diferencia entre el grupo experimental (estrategia metodológica con Bee-Bot) y el grupo control (estrategia metodológica tradicional), demostrando que el grupo experimental obtiene mejores resultados, sobre todo al establecer la asociación animal-ecosistema. Así mismo, se puede observar como los estudiantes del grupo experimental retienen mejor la información y se acuerdan mejor de los contenidos, gracias al trabajo de forma manipulativa y visual.

Gracias al trabajo de los contenidos de ciencias mediante el robot Bee-Bot se ha podido observar que algunos discentes tenían dificultades en el desplazamiento espacial y el almacenamiento de órdenes de forma secuenciada, lo cual demuestra que el uso de robots no solo es un elemento motivador, sino que, además, permite observar dificultades y características del alumnado que no se pueden observar mediante una metodología tradicional en el aula, basado en el libro o power point.

En esta investigación se pone de manifiesto que las nuevas tecnologías son un instrumento fundamental y una oportunidad para solventar la desmotivación y las barreras que existen en la enseñanza de las ciencias experimentales y que provocan en el alumnado un desinterés por sus contenidos. Mediante el uso de una estrategia concreta de TIC, la robótica educativa, se pretende crear un ambiente enriquecedor que desarrolle actitudes positivas por parte de los estudiantes mientras se trabajan los contenidos de ciencias. Con ello, se consigue eliminar las barreras que crea el alumnado hacia esta asignatura y se genera cierto interés hacia el aprendizaje.

Se ha demostrado que los estudiantes del grupo experimental, a pesar de haber respondido en algunos casos que no tenían interés en utilizar el robot en el aula, se han mostrado abiertos al uso

del mismo y han disfrutado con la actividad. Además se han mostrado participativos y han obtenido unos excelentes resultados en el cuestionario de aprendizaje. Por tanto, la motivación es un factor a considerar que tiene que existir durante el proceso de la actividad aunque no es necesario que exista antes, ya que la propia actividad despierta la motivación durante su desarrollo.

Desde el punto de vista educativo, este proyecto está considerado como innovador y transversal, debido al tratamiento de contenidos de diversas asignaturas y a su posible utilidad en cualquier otro contenido, así como el trabajo en el aula mediante elementos tecnológicos como la robótica educativa, en concreto el robot Bee-Bot. Además, responde a las características de una actividad basada en STEM, englobando distintos contenidos de forma transversal mediante el uso de las nuevas tecnologías.

Las limitaciones de este estudio corresponden a las específicas de un estudio de caso ya que las conclusiones no son extrapolables debido a la limitación en el número de participantes, el tiempo de la intervención y la extensión de los contenidos. No obstante, los resultados abren una vía de debate y de investigación sobre la necesidad de integrar la robótica educativa en el aula de primaria constituyendo un punto de partida para el diseño y validación de las herramientas para la investigación en este campo.

El uso del robot Bee-bot ha creado, en este contexto y con esta muestra, un clima de aula favorable para la adquisición de los contenidos seleccionados, dado que se evidencia en la observación de la realización de la propuesta las actitudes positivas por parte de los estudiantes, la cual ha permitido que estuvieran más atentos y dispuestos a aprender algo nuevo.

REFERENCIAS

- Basogain, X., Olabe, M. A. y Olabe, J. C. (2015). Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. *Revista de Educación a distancia*, 46 (1), 1-33.
- Cabero, J. A. (2006). Bases pedagógicas para la integración de las TIC en Primaria y Secundaria. *Biblioteca virtual de la Universidad de Sevilla: Grupo de Tecnología Educativa*.
- Cabero, J. A. (2015). Reflexiones educativas sobre las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). *Tecnología, Ciencia y Educación*, 1, 19-27. <http://www.tecnologia-ciencia-educacion.com/index.php/TCE/article/view/27>
- Da Silva, M. y González C. (2017). PequeBot: Propuesta de un Sistema Ludificado para la educación infantil. *Actas del V Congreso Internacional de Videojuegos y Educación*. Tenerife: España.
- Dede, C. (2007). Transforming Education for the 21st Century: New Pedagogies that Help All Students Attain Sophisticated Learning Outcomes. *NCSU Friday Institute*.
- Dirección General de Educación y Cultura (2007). *Competencias clave para el aprendizaje permanente: Un marco de referencia europeo* (pp. 1-11). Luxemburgo. <https://www.mecd.gob.es/dctm/ministerio/educacion/mecu/movilidad-europa/competenciasclave.pdf?documentId=0901e72b80685fb1>

Domingo, M. y Marqués, P. (2001). Aulas 2.0 y uso de las TIC en la práctica docente. *Comunicar*, 37,169-175.

Ghitis, T. y Alba, J. A. (2014). Los robots llegan a las aulas. *Revista Infancias Imágenes*, 13(1), 143-147

https://aprende.intef.es/sites/default/files/2018-05/2017_1020_Marco-Com%C3%BAnde-Competencia-Digital-Docente.pdf

Hurtado, A., Ramírez, V., Talavera, M. y Cantó, J. (2015). Aplicaciones educativas de los videojuegos: Una propuesta didáctica con Minecraft para el aula de ciencias. *Revista Internacional de Aprendizaje y Cibersociedad*, 19 (1), 74-90.

INTEF (2017). Marco común de competencia digital docente. Ed. Instituto nacional de tecnologías educativas y formación del profesorado. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

ITC Literacy Panel. (2002). Digital Trasformation: A Framework for ITC Literacy. Report of the international ITC Lyteracy Panel. *Listening, learning, leading*.<https://www.ets.org/Media/Research/pdf/ICTREPORT.pdf>

Misirili, A. y Komis, V. (2014). Robotics and programming concepts in early childhood education: A conceptual framework for designing educational scenarios. En *Research on e-Learning and ICT in Education*. Springer, 99-118https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6501-0_8

Monsalves, S. (2011). Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente. *Revista de pedagogía*, 32 (90), 81-117.

Pérez, M. A. (2006). Robotics and development of intelectual abilities in children. *IRIE International Review of Information Ethics*, 5(6), 84-90.

Ruiz-Velasco, E. (2007). *Educatrónica. Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.

Sáez y Cózar (2017) Sáez, J.M. & Cózar, R. (2017). Programación visual por bloques en Educación Primaria: Aprendiendo y creando contenidos en Ciencias Sociales. *Revista Complutense de Educación*, 28(2), 409- 426.

Sáez, J. M. y Ruiz, J. R. (2014). La enseñanza de las ciencias naturales y sociales a través de la videoconferencia interactiva. Estudio de caso en educación primaria. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 44, 35-49.

Viegas J. V. y Villalba K. O. (2017). Educación y robótica educativa. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 54. Art. 11 http://www.um.es/ead/red/54/viegas_villalba.pdf

Vivet, M. (1989). Robotique pédagogique. Soit, mains pour apprendre quoi? En *Actas del Primer congreso Francófono de Robótica Pedagógica*.

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

Zapata, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *Revista de Educación a Distancia*, 46<https://revistas.um.es/red/article/view/240321>